ISSN 0376-477X

中華農業研究

第四十二卷 第四期

目 次

水稻穀粒開穎之頻度及其對數種穀粒性狀的影響 ……………………趙政男 陳一心…337
玉米子粒產量及農藝性狀在期作與不同粒型組合之變異 ………謝光照 曾富生…345
玉米不同粒型組合之子粒產量及農藝性狀在期作間組合
力之表現 ……………………………………………………………謝光照 曾富生…356
薑黃之生長與發育
II.氮鉀肥用量對生育、產量及品質之影響 …………邱善美 呂秀英 劉慧瑛…370
不同栽植期對鳳梨"臺農四號"果實形狀與品質的影響 ……………………張清勤…380
秤錘種楊桃的貯藏品質 ……………………………………………楊淑惠 王武彰…387
甜菜夜蛾抗藥性之研究
I.本省甜菜夜蛾族群抗藥性之檢定(英文) ……………………鄭 允 高靜華…396
落花生聯合收穫機改良試驗 ……………………梁連勝 蔡致榮 顏秀榮 陸龍虎…403
果樹樹型整修機械之試驗改良 …………………陸龍虎 梁連勝 蔡致榮 鄧永興…411
透明 PVC 塑膠布山型溫室日照能透過率之研究 ……………………………陳加忠…419
電子式穀物水份計之性能研究 ……………………………………陳加忠 曹之祖…430
臺灣產賽繭蜂屬(膜翅目:小繭蜂科)(英文簡報) …………周樑鎰 周根清…446

中華民國八十二年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：337～344（1993）

水稻穀粒開穎之頻度及其對數種穀粒性狀的影響[1]

趙 政 男　　陳 一 心[2]

摘要：本試驗目的，利用引自國內外秈稉稻品種46種爲供試材料，在同一栽培管理條件下，來探討開穎粒在水稻品種間之發生情形，及其對數種穀粒性狀的影響，以提供今後良質米品種之選育，及實施稻米品質分級產銷時之參考。初步結果顯示，開穎粒之發生率在水稻品種間有極大之差異存在，其變異範圍第一期作自1.18%至68.84%，第二期作自0.17%至59.66%，相同品種不同期作間之發生率第一期作又有高於第二期作之趨勢，平均約可高出0.21%至25.34%。品種類型及其來源的不一，彼此間亦有很明顯差異。稉稻較秈稻平均約高出2.02%。其中引自日本之稉稻品種及 IRRI 系秈稻品種，分別又較本省秈稉稻品種之平均高出11.51%與7.48%。就開穎粒對發芽率及發芽速之影響，則顯示出開穎粒之發芽率較合穎粒少3.48%，而初期的發芽速卻有高於合穎粒之趨勢。至於開穎粒對稻米品質之影響，則顯示出異常粒在開穎粒中之出現率較在合穎粒中爲高，平均約可高出6.93%。而導致開穎粒之稻谷千粒重較合穎粒平均約減輕0.63公克。

關鍵詞：水稻、開穎粒、穀粒性狀。

水稻之穀粒，其外部形態主要由內穎（palea）、外穎（lemma）、護穎（sterile lemma）及小穗軸（rachilla）等數部份所組成[14,15]，米粒便是由內外穎抱合的子房（ovary）經授粉（pollination）發育而成，水稻之穀粒自穎花分化發育至成熟收穫，除開花期因授粉需要，內外穎因鱗片（lodicules）之吸水作用促使內外穎自動打開外，其餘時間均緊密接合，然成熟收穫時卻有部份穀粒之內外穎乃呈分開狀不能緊密接合，造成米粒裸露，以是日人稱之爲「疵籾」[6,11]「割れ籾」[4,8,10]、或「開穎籾」[7,9]等。本文則稱它爲「開穎粒」（unclosed glume grain）。雖然早在1933年近藤[1]曾有「開穎稻」一種之報告，且日人又在 sorachi 品種中發現有一個自然突變體，其內外穎具有異常發育伸長不相互嵌合的遺傳性狀[3]。但本文所要探討的乃是在目前栽培種上所發生的開穎現象。

開穎粒之成因，本省稻農一般均認爲係糙米粒發育充實飽滿所造成，然其眞正原因可能不止於此。雖然日本早已有這方面的調查報告[4,5,6,9]，但鑑於國內尙缺少此方面資料，而其對稻米之發育及品質之影響，卻有不容忽視之處。因此，本試驗目的乃在探討國內外栽培之秈稉稻品種，在本地區栽培環境下其開穎粒之發生情形，並進一步探討開穎粒對稻米之發育與品質之影響，期望在目前質重於量的糧政政策下，提供良質米品種之選育，及實施稻米品質分級產銷時之參考。茲將初步所得結果整理報告於後。

材料與方法

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1687 號。
2. 本所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員、研究員兼系主任。臺灣省　嘉義市。

本試驗於民國八十一年第一、二期作在嘉義農業試驗分所利用引自日本的稉稻品種越光等24種，IRRI 系秈稻品種 IR60等4種，加上本省改良育成的秈稉稻品種18種等共計46種爲供試材料。採隨機排列，重複二次，單本植，行株距25×20公分，依本省慣行栽培管理方法在同一栽培管理條件下實施，栽培期間爲明瞭氣候環境因子與發生開穎粒之相關性，每日定時觀測記錄包括溫度、濕度、降雨量及降雨日數等氣象資料。成熟後按各品種之適當時期適時收穫，每品種每重複逢機採收10～20穗，供調查開穎粒在穗上之分佈狀態與發生率。由於秈稻品種容易脫粒，故收穫後隨即脫粒混合，然後再從中逢機取出調查。調查方法是收穫後的稻谷經日晒乾燥後，棄除不稔粒，而後將稔實粒就穎的開裂與否區分爲合穎粒與開穎粒。開穎粒之調查標準，是只要其內外穎沒有緊密接合，而不論其開裂程度的大小，即使外觀上米粒未外露，僅內外穎之中脈沒有互相嵌合，均可視爲「開穎粒」。主要調查項目除試驗期間的氣候環境因子外，尚包括開穎率、發芽率、發芽勢、稻谷千粒重及糙米品質等。糙米品質則著重於糙米千粒重及異常粒（包括畸形粒、死米粒、茶米、著色粒）之發生率。發芽率與發芽速之測定係在實驗室內之室溫下實施。

結　果

一、稻品種間開穎粒率之變異：

開穎粒率在水稻品種間之變異，經初步調查結果如表1，由表中可看出開穎粒率零者沒有，即所有供試品種均或多或少都有開穎粒的發生，只是其開穎粒在穎的開裂程度上有大小之差異而已。在第一期作所調查的26個品種中，其變異範圍自1.18%至68.84%，以台農67號的發生率最低，Halezola 的發生率最高，其中以介於1.01%至5.0%的品種數最多有10品種，佔供試品種數的38.46%。在第二期作所調查的42個品種中，其變異範圍自0.17%至59.66%，以台農70號的發生率最低，Halezola 的發生率最高，而乃以介於1.01%至5.0%的品種數最多有14品種，佔供試品種數的33.33%。此結果顯示開穎粒之發生率在水稻品種間有很大之差異存在。類似結果管谷（1941）[11]與松浦等（1961）[9]均有相同報告。就期作間之差異而言，由表一頻度分佈中可看出，第一期作開穎粒率之上下限均較第二期作高，顯示第一期作開穎粒之發生率較第二期作有偏高趨勢。另自一年兩期作中列出22個相同之參試品種，比較其期作間之差異如表2，由表中亦可看出除台農67號、台　稉2號及 Akiyo 等三品種，其第一期作之發生率較第二期作略低外，其餘各品種第一期作的發生率均高於第二期作，平均約可高出0.21%至25.34%。經綜合變方分析結果如表3，由表中可看出期作、品種、期作與品種之交感作用均達極顯著水準。由是推論期作之不同，可能對開穎粒之發生率亦具有顯著影響。至於影響之大小及其相關程度則有待更進一步的探討。

表 1. 稻品種間開穎穀粒之頻度分佈

Table 1. The occurence frequency of unclosed-glume grains among tested rice varieties.

% of unclosed-glume grains	No. of variety in	
	First crop	Second crop
0.1～ 1.0	0(0.0)^z	11(26.2)
1.1～ 5.0	10(38.5)	14(33.3)
5.1～10.0	4(15.4)	7(16.7)
10.1～20.0	4(15.4)	3(7.1)
20.1～40.0	3(11.5)	5(11.9)
40.1～60.0	3(11.5)	2(4.8)
60.1～80.0	2(7.7)	0(0.0)
Total	26(100.0)	42(100.0)

z Numbers in parentheses are percentages relative to total.

表2. 水稻品種開穎粒率在期作間之差異

Table 2. Differences in the percentages of unclosed-grains of rice varieties between the first and second crops.

Variety	% of unclosed-glume grains			Variety	% of unclosed-glume grains		
	1st crop	2nd crop	Diff.		1st crop	2nd crop	Diff.
Taichung 189	3.02	0.93	2.09	Akiyo	2.21	6.19	− 3.98
Tainung 62	1.99	0.53	1.46	Odomemochi	3.58	0.46	3.12
Tainung 67	1.18	1.43	−0.25	Kosihikali	20.60	2.40	18.20
Tainung 68	6.67	3.44	3.23	Hisonomochi	17.63	3.13	14.50
Tainung 70	3.41	0.17	3.24	Asamake	30.24	17.31	12.93
Chianung 242	1.46	1.25	0.21	Hatsuhosi	36.02	22.01	14.01
Taikeng 2	1.78	2.64	−0.86	Akihikali	53.60	28.26	25.34
Kaohsiung 142	15.34	8.27	7.07	N-266	44.61	22.49	22.12
Tainan 9	5.89	1.04	4.85	Nisiumi P14	51.35	34.04	17.31
N-277	7.62	0.35	7.27	Hosinohikali	61.93	43.18	18.75
Taichung Native 1	3.35	1.13	2.22	Halezola	68.84	59.66	9.18

表3. 水稻開穎粒率在品種與期作間之變方分析

Table 3. Analysis of variance on the rate of unclosed-glume grains among crop seasons and varieties.

Source of variance		D.F.	S.S.	M.S.	F-value
Crop season	(S)	1	1,505.802	1,505.802	102.44**
Variety	(V)	21	31,149.943	1,483.331	100.91**
SXV		21	1,451.174	69.104	4.70**

** : significant at 1% level.

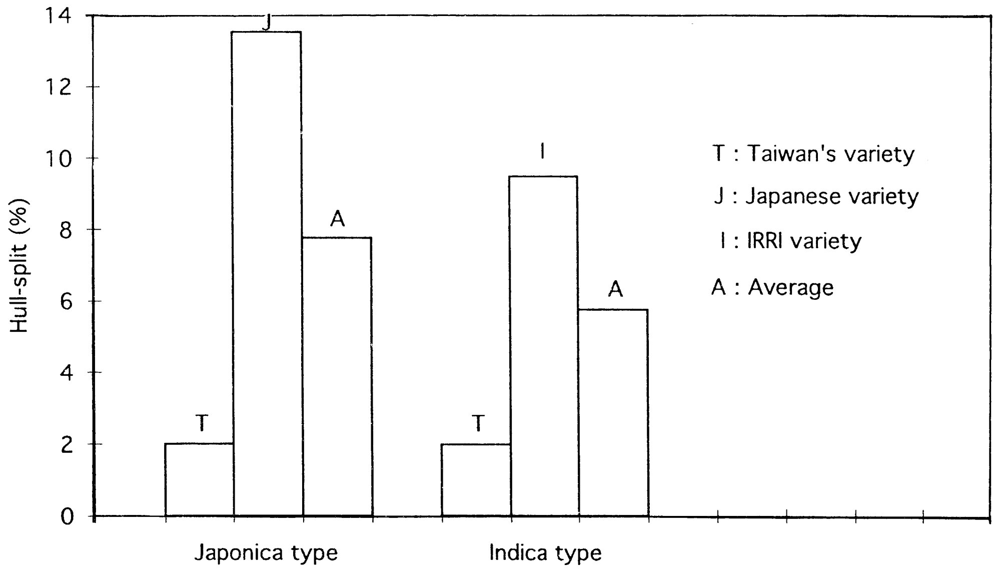

圖 1. 水稻開穎穀粒在品種類型間及來源間之差異

Fig. 1. The effects of rice type and origin on the occurrence frequency of unclosed-glume grains

就品種類型及其來源之差異而言，如圖1所示，顯示開穎粒在粳稻中之發生率較秈稻爲高，平均約可高出2.02%。而引自日本之粳稻品種及 IRRI 系秈稻品種，分別又較本省秈粳稻品種之平均值高出11.51%與7.48%。由以上結果可看出，開穎粒之發生率除在品種與期作間有明顯差異外，品種類型及其來源的不一，亦顯示出有明顯之差異。而引自日本之粳稻品種及 IRRI 系秈稻品種，在本地區之栽培環境下，開穎粒 之發生率又 有高於本省改良秈粳稻品種之趨勢。

開穎粒之發生與水稻抽穗期前後的氣候環境有著非常密切關係[4,5,6]，本試驗之插秧期，第一期作於一月上旬，第二期作於八月上旬。整個試驗期間之氣候環境概況示如圖2，由圖中可看出本試驗期間之最低氣溫，第一期作在四月上旬起早熟的日本稻已陸續進入抽穗成熟期，但最低氣溫到四月中旬乃低至17°C至18°C。而第二期作在抽穗成熟期的十月中旬，其最低氣溫已開始降至18°C以下。濕度一、二期作的整個生育期間均維持於80%至95%間，變化顯然較氣溫小。至於降雨量與降雨日數，第一期作的整個生育期間累積達60天降下630.5公厘，其中尤以抽穗成熟期間的四、五月間累積高達23天390公厘。反之，第二期作自九月下旬起，迄十一月下旬成熟收穫時，除零星降下數公厘外，幾乎滴雨未下。綜觀本試驗，自抽穗至成熟收穫期間之氣候概況，一期作可說完全屬於陰雨潮濕型氣候，而第二期作則屬於乾旱型氣候。故推測，本試驗自抽穗至成熟收穫期間之降雨量與降雨日數，可能是造成第一期作開穎粒之發生率高於第二期作之主要原因。又在同期作相同的氣候環境下，品種間、品種類型及來源間乃發生如此明顯差異，其主要原因除受氣候環境因子之影響外，是否有品種之遺傳特性在內亦有待更進一步的探討。

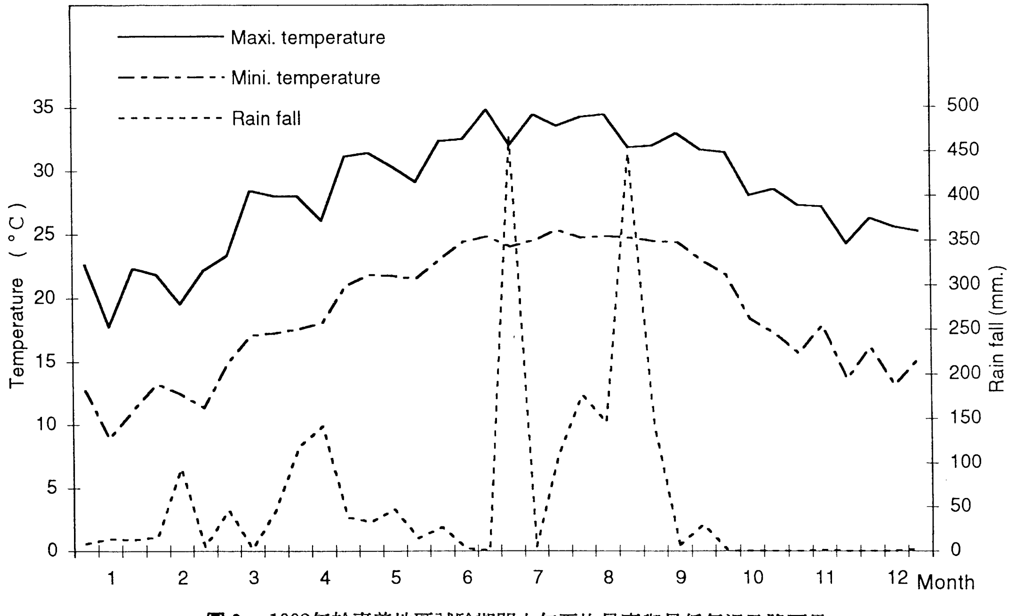

圖 2. 1992年於嘉義地區試驗期間之旬平均最高與最低氣溫及降雨量

Fig. 2. Ten-day averages of maximum and minimum temperatures and rainfall during the experimental period of 1992 at Chiayi area.

二、開穎粒對發芽率及發芽速之影響：

本省水稻之栽培曆在中南部的第一期作及東北部的第二期作，其成熟收穫期均適逢雨季，因穗上發芽所造成的損失極大且時有所聞[2]。爲探討開穎粒對穗上發芽之影響程度，自供試材料中選取開穎粒率較高的五個日本品種 Halezola 等，來探討開穎粒對發芽率及發芽速之影響，其方法是將成熟收穫的稻谷經乾燥風選去除不稔粒後，將稔實粒依穎的開裂與否區分爲合穎粒與開穎粒，在實驗室內於

室溫下行發芽試驗。初步結果如表4，由表中可看出無論合穎粒或開穎粒，均自浸種後的第三天就可檢測到發芽粒，但在前兩天即浸種後的第三天與第四天，開穎粒的發芽率較合穎粒平均高出4.6%至12.8%，顯示開穎粒初期的發芽速有高於合穎粒的趨勢。自浸種後第五天至第七天，合穎粒發芽率才高於開穎粒。就整個發芽期間所累積的發芽率，則合穎粒卻較開穎粒平均高出3.48%。即開穎粒的未發芽率反較合穎粒高出3.48%。由上述結果推論，開穎粒初期的發芽率大於合穎粒，可能係起因於開穎粒因穎的裂開，而加速吸水作用，導致開穎粒初期的發芽速大於合穎粒。類似結果，菅谷（1941）[12]，與二瓶和橋本（1993）[4]等均有相同之報告。至於發芽率除受發芽環境條件之影響外，與米粒發育之完全與否有密切關係。而開穎粒中之未發芽率較合穎粒爲高，可能係起因於開穎粒因穎的裂開，而使糙米粒之發育受到顯著影響所致，此由表五亦可明顯看出，異常糙米粒在開穎粒中的出現率較在合穎粒中爲高。綜合以上結果，開穎粒對初期的發芽速及發芽率的確可造成相當程度之影響。因此在田間自然情況下，開穎粒的發生可能亦是增加穗上發芽機率的主要原因。

表4. 水稻開穎穀粒於浸種後不同時間之發芽率（%）

Table 4. Germination rate (%) of closed-and unclosed-glume rice grains at different intervals after soaking

Variety	Closeness of glume	Days after soaking						Total
		3	4	5	6	7	8	
Halezola	Closed	1.94	17.48	51.46	19.41	7.77	0.00	98.06
	Unclosed	5.32	30.85	42.55	12.23	4.79	0.53	96.27
Akihikali	Closed	3.57	25.45	39.73	20.98	7.59	1.79	99.11
	Unclosed	10.00	34.55	31.82	8.18	6.36	0.91	91.82
Hosinohikali	Closed	0.60	11.90	55.95	21.43	7.14	2.38	99.40
	Unclosed	3.30	25.82	44.51	12.09	6.04	2.75	94.51
N266	Closed	6.25	28.98	58.52	5.11	0.57	0.00	99.43
	Unclosed	12.95	49.22	31.09	3.63	1.04	0.52	98.45
Nisiumi P14	Closed	1.48	24.14	53.20	13.79	6.90	0.49	100.00
	Unclosed	5.59	31.68	24.72	9.32	4.97	1.24	97.52
Average	Closed	2.77	21.59	51.77	16.14	5.99	0.93	99.20
	Unclosed	7.43	34.42	38.94	9.09	4.64	1.19	95.72

三、開穎粒對數種穀粒性狀之影響：

開穎粒對數種穀粒性狀之影響如表5，由表中可看出開穎粒中異常糙米粒的出現率平均高達21.12%，較在合穎粒中的14.19%平均高出6.93%。而稻谷的千粒重則合穎粒較開穎粒平均高出0.63公克。此結果顯示，在開穎粒中異常糙米粒的出現率較在合穎粒中爲高，導致開穎粒之稻谷千粒重較合穎粒爲低，五個供試品種均呈現相同趨勢。由是推論開穎粒因穎的裂開，促使米粒的發育容易受到外界不良環境的影響。就糙米千粒重而言，由表5亦可明顯看出，未經過篩選去除異常粒的糙米千粒重，合穎粒較開穎粒平均高出0.79公克。反之，若將該等糙米加以篩選除去異常粒後，完全以正常糙米粒來比較時，則開穎粒的糙米千粒重較合穎粒平均高出0.04公克。雖然差異很小，但由此結果現象，可推測同品種內造成開穎粒的成因可能混合有多種，其中尙包括有因米粒的發育充實良好，而導致開穎粒之發生原因在內。

表5. 水稻穀粒開穎與否對數種穀粒性狀的影響

Table 5. Comparison of characteristics between closed-and unclosed-glume rice grains

Variety	Abnomal brown rice[z] (%)		1,000-Rough rice wt. (g)		1,000-brown rice[y] wt. (g)		1,000-normal brown rice wt. (g)	
	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed	Closed	Unclosed
Halezola	11.27	15.24	24.26	24.12	21.36	21.20	21.67	21.82
Akihikali	18.79	29.23	23.66	22.91	20.13	18.32	20.56	20.73
Hosinohikali	16.00	24.21	25.14	24.49	20.74	20.36	21.27	20.88
N 266	8.78	17.11	27.27	26.15	23.71	22.51	23.74	24.31
Nisiumi P14	16.13	19.79	23.24	22.75	19.75	19.34	21.02	20.71
Average	14.19	21.12	24.71	24.08	21.14	20.35	21.65	21.69

z Including malformed, dead, and coloured grains.
y Including both normal and abnormal brown rice.

討　論

水稻抽穗期前後之氣候環境(4,5,6)及栽培條件(8,9,11)，影響到穀殼與米粒間發育之差異，是造成開穎粒之主要原因。然經初步觀測結果，認爲除米粒充實飽滿可導致開穎粒之發生外，大致還可歸納出下列其他三種原因亦可能造成開穎粒之發生：一是成熟稻谷因遇雨水或露水等長期滋潤，造成米粒膨脹而使內外穎分裂。由於其開穎時期係發生於米粒發育完成之後，故該等開穎粒之米粒大都屬於正常粒。其次是開花授粉時，花葯未能完全掉落脫離或柱頭外伸，而爲內外穎重新閉合時夾於接縫中亦可造成開穎粒之發生。由此種原因所造成之開穎粒，其開穎之發生時期因係發生於米粒發育初期，在米粒發育過程中容易遭受外界不良氣候因子及病蟲害之危害，異常粒之出現比率較前者偏高。另外在水稻抽穗後至稻谷發育成熟過程中，遭遇風雨等天然災害及病蟲害之爲害，亦可能造成開穎粒之發生，而此種開穎粒對米粒發育所造成之影響，則依其發生時期的早晚及發生因子之嚴重程度而異。故因開穎粒成因之不同，其對稻米品質所造成之影響程度亦因而有很大之差異。由上述結果可看出，因前兩種原因所造成的開穎粒對稻米品質之影響程度較小，而由後兩種原因所造成之開穎粒對稻米品質之影響程度較大。因此在稻米品質分級上，由稻谷的開穎情形，可概略地推測出其米粒發育的正常與否。據初步觀測結果，一般開穎粒的裂穎情形，如僅發生於谷粒中間部位，則該等米粒的發育受影響程度較小，大致可發育完全成爲正常粒。反之，當開穎粒的裂穎情形由谷粒中間部位延伸至稃尖處整個裂開時，則其米粒發育受影響程度較大，異常粒的出現比率亦較高。

開穎粒除了稻米品質、發芽速及發芽率會受到顯著影響外，對於發芽後秧苗之成活率及初期的生育亦將構成嚴重威脅(4,13)。所以爲了培育健壯秧苗，採用的稻種應盡可能的經過嚴格篩選棄除開穎粒。另外，本省一向以稻谷做爲儲藏，而開穎粒因穎的裂開增加倉儲害蟲的侵襲機會，使得稻谷的儲藏期限縮短，造成倉儲稻谷米質的劣變，亦是一項不容忽視的問題。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會補助經費，文稿承本所農藝系郭益全博士及嘉義分所植保系主任鄭清煥博士斧正，謹致謝忱。

引用文獻

1. 汪呈因。1955。稻作學。148—150頁。臺灣省立農學院。臺中市。
2. 湯文通。1967。作物育種之原理與實施。506—552頁。臺灣大學農學院。臺北市。
3. 閔紹楷等譯。1986。稻的生物學。165—328頁。農業出版社。北京。

4. 二瓶信男、橋本和博。1993。水稻の割れ籾に關する諸問題。農業および園藝68(1)：32—36。
5. 二瓶信男。1982。異常氣象年の籾の性狀と種籾の品質。農業技術。5：208—214。
6. 戸割義次、松尾孝嶺。1956。稻作講座。2。60頁。
7. 末次勳等。1965。水稻のコンバに收穫による開穎籾と龜裂物の發生。農業および園藝。40(2)：43—45。
8. 寺西敏子等。1981。水稻の割れ籾發生とその防止對策。農業および園藝。56(5)：51—55。
9. 松浦欣哉等。1961。水稻における開穎籾發生の品種間差異と若干の栽培條件との關係。日作紀。36：13—16。
10. 松島省三。1972。稻作の理論と技術。pp.220—221。東京養賢堂。
11. 菅谷昌。1941a。水稻の「疵籾」に關する研究（第1報）割疵籾の特性立立に發生に關する調查。農業及園藝。16(2)：25—32。
12. 菅谷昌。1941b。水稻の「疵籾」に關する研究（第2報）割疵籾の發芽に及ぼす影響。農業及園藝。16(4)：85—87。
13. 菅谷昌。1941c。水稻の「疵籾」に關する研究（第3報）割疵籾ガ苗起立立苗の生育に及ぼす影響。農業及園藝。16(12)：21—24。
14,Chang, T.T.and Eliseo A. Borden. 1965. The morphology and varietal characteritics of the rice plant. IRRI Technical Bulletin 4. IRRI., Los Banos, Philippines.
15.Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science pp.50-60. IRRI., Los Banos, Philippines.

The Occurrence of Unclosed-glume Grains in Rice and Its Relationship to Grain Characteristics[1]

Cheng-Nan Chao and Yi-Sin Chen[2]

Summary

Grains with unclosed glumes (palea and lemma) at maturity stage are usually observed in many rice varieties. However, the occurrence of the unclosed-glume grains among different types of rice and between crop seasons under local conditions are unknown. Experiments were conducted in the first and second crops by using locally bred rice varieties as well as those introduced from Japan and the International Rice Research Institute (IRRI) . Experimental results revealed that the occurrence frequencies of unclosed-glume grains varied greatly among the tested varieties, ranging from 1.18% to 68.84% in the first crop, and from 0.17% to 59.66% in the second crop. The frequencies were 0.21% to 25.34%higher for the first than for the second crops. Japonica rice introduced from Japan and Indica rice from IRRI exhibited had higher rated of unclosed-glume grains than the varieties developed in Taiwan. The unclosed-glume grains usually showed higher percentage of abnormal brown rice and had lower 1,000-grain weight as compared to the closed glume grains.

Key words : Rice (*Oryza sativa* L.) , Unclosed glume-grains, Grain characteristics.

---

1. Contribution No. 1687 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, head of department of agronomy, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：345～355（1993）

玉米子粒產量及農藝性狀在期作與不同粒型組合之變異[1]

謝光照[2]　曾富生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合之雜交種，在臺灣春、秋及裡作子粒產量表現潛能之變異，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1 爲材料，分別於春作、秋作及裡作進行試驗。結果摘要如下：經變方分析之結果，顯示期作間、粒型組合間、期作×粒型組合間之交感作用，在子粒產量及大部份性狀均達顯著。在春作顯示每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量的表現，爲異粒型組合＞硬粒種同粒型組合≒馬齒種同粒型組合；秋作及裡作，則顯示每穗子粒數、百粒重及子粒產量呈現硬粒種同粒型組合≒異粒型組合〉馬齒種同粒型組合。根據產量在粒型組合與期作間之交感作用、及 F_1 雜種之期作穩定性分析、以及在期作間之不同表現，認爲在臺中地區春作以異粒型、而秋作及裡作以硬粒種同粒型及異粒型之雜交模式較有利。

關鍵詞：馬齒種、硬粒種、粒型、期作。

作物的生長及產量是一個相當複雜的性狀，受許多遺傳與環境因子的控制。氣候環境因子中對作物生長影響最直接的爲溫度與日照。Hunter *et al.*[14]指出，在長日照下玉米植株平均每日乾物質生產量較多，主要是由於有較大的葉面積，能增加光合產物；而在較低溫下，子粒產量則較大，主要是子粒充實期增長及開花後有較高比例的乾物質累積在子粒；較長日照及較低溫度的聯合運作下，植株最後的乾物重及子粒產量均達最大。

玉米在臺灣一年雖可種植於春、夏、秋，但在不同生長季節，常因氣象因子的變動生長有差異[1,5,9]。洪等[4]指出，臺灣春作玉米之生長爲早期——短期強勢型；而秋作則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響，並致產量有顯著差異，而許多研究更指出玉米基因型與地域間有交感作用[12,16,20]，可知玉米之生長受環境影響非常大。

莊[6]以硬粒種與馬齒種間之雜交種進行試驗結果，發現馬齒種×硬粒種組合，具有較大的植株性狀（株高、LAI、株重）能夠產生足夠乾物質，使供源強度充足；同時具有較大的結果產量性狀（穗長、百粒重、子粒深度），使子粒產量及有關性狀均高於同粒型組合，並且此種優異的組合模式不因季節之不同而有改變，而認爲是本省栽培環境下，極穩定而具利用價值之雜種優勢組成模式。Inoue[15]的研究發現馬齒種×硬粒種組合具有較高子粒產量的趨勢存在；而 Brun and Dudley[10]認爲玉米族群內，馬齒種之遺傳質比例增加，子粒產量呈現增加現象，當族群內含有75％馬齒種之種源遺傳質時，具有發展育成最高子粒產量之希望。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1688 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

有關馬齒種與硬粒種粒型組合間之雜交種，在不同期作環境下之子粒產量表現情形，目前尚少資料可供參考，本試驗目的，即在探討春、秋、裡作不同環境下三種粒型組合子粒產量及農藝性狀表現之差異。

材料與方法

一、材料及栽培方法

本試驗使用8個自交系，其代號、名稱、系譜、起源、粒型及特性等，詳列如表1：

表1. 試驗所使用玉米自交系之背景資料

Table 1. Inbred lines used as the experiment materials.

Code	Inbred	Pedigree	Origin	Kernel form
A	Hi 25	(B14A×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
B	Hi 31	(B68×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
C	Hi 33	(Mo17×MV Source) BC_5	Hawaii, USA	Dent
D	Hi 26	(CI21E×MV Source) BC_4	Hawaii, USA	Dent
E	Antigua-2D	Antigua	Caribbean	Flint
F	SW 654	Suwan-1 derivative	Thailand	Flint
G	Pi-362	Pioneer 6875 derivative	Pioneer International Co. LTD.	Flint
H	TA80-2598-44	(TA80-2598×Suwan-1) BC3	TARI, Taiwan	Flint

以上述四個馬齒種及四個硬粒種之半互交的28個 F_1 爲材料，分別在1987年秋作（9月5日）及1988年春作（3月3日）及裡作（11月11日），播種在農試所試驗田。田間試驗採逢機完全區集設計，四區集。小區行長5公尺，行株距70×25公分，三行區。肥料分基肥及追肥兩次施用。基肥以臺肥39號複合肥料（N：P_2O_5：K_2O=12：18：12），每公頃施500kg，於播種前施入土內。追肥以硫酸錏（N=21%）於齊膝期培土時施用，每公頃施450kg。每穴兩粒播，然後間拔僅留一株，田間管理包括除草、中耕、培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。

二、調查性狀及調查方法

子粒產量及各種農藝性狀調查方法爲：(1)開花期（day to tasseling）：係指由播種日起至小區中50%植株達雄穗始花所需之日數。(2)株高（plant height）：爲每小區逢機5株由地表至雄穗主軸頂端的平均高度。(3)每穗子粒數（kernel no. per ear）：每小區逢機選取10穗，分別數每穗粒數之平均。(4)百粒重（100-kernel weight）：每小區所逢機選獲之10株果穗，烘乾後脫粒，再由其中取100粒稱重。(5)脫粒率（shelling rate）：每小區逢機選出之10株果穗，烘乾脫粒後，子粒重佔乾果穗重的百分比。(6)子粒產量（grain yield）：每小區逢機選10株之果穗，經烘乾脫粒後，並依子粒含水率調整爲13.5%之子粒產量。

三、分析方法

試驗結果，先進行變方分析及平均値顯著性測驗。再以 Eberhart and Russell[11]之公式進行穩定性分析。

四、氣象資料

試驗進行期間之氣象資料包括月平均氣溫變化情形、月總日照時數變化情形及日長變化週期。詳細情形如圖1所示。

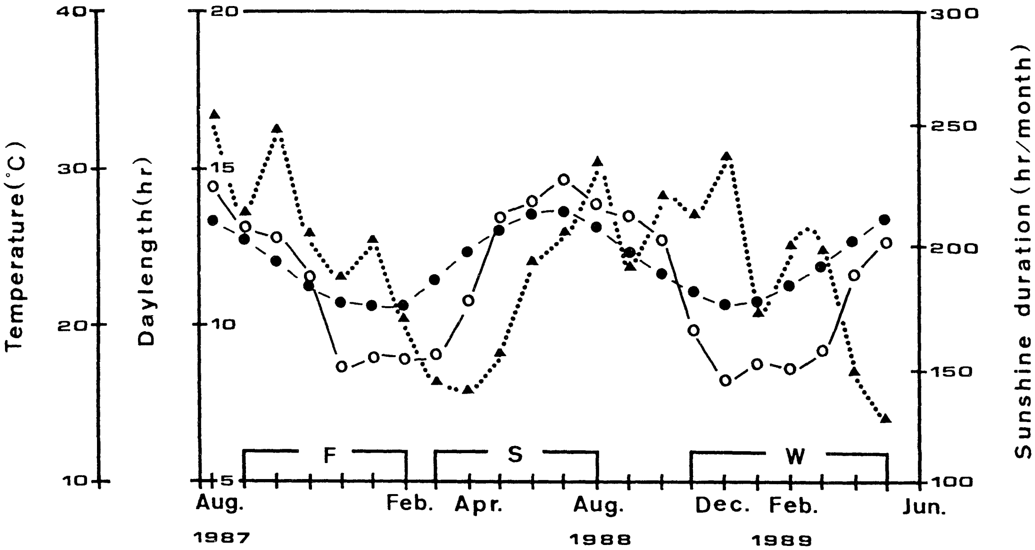

圖1. 試驗期間（1987年8月至1989年5月）之月平均氣溫，每月總日照時數，及每月平均日長之變化。

Fig. 1. Monthly mean temperature (○), sunshine duration per month (▲), and daylength (●) at Wufeng (Taichung) area from August,1987 to May, 1989. "F" "S" and "W" indicate fall,spring and winter, respectively.

結　果

一、變方分析

調查三個期作的28個半互交 F_1 組合之農藝性狀經變方分析結果，列如表2。由表可看出 F_1 雜種間在所有性狀，都達極顯著差異。而粒型組合間，也發現所有性狀均達到極顯著差異，表示粒型組合的不同，其子粒產量及農藝性狀的表現有明顯差異。在馬齒種×馬齒種粒型內，所調查的性狀均有極顯著的差異；馬齒種×硬粒種粒型內，除了脫粒率外，其餘性狀均達到極顯著差異；硬粒種×硬粒種粒型內，則除脫粒率外，其餘性狀在硬粒種同粒型內 F_1 雜種均有明顯差異。

表2. 八個玉米自交系之全互交 F_1 雜種六項性狀之均方值（1987～1988，三期作合併）

Table 2. Combined analysis over three seasons of six traits for a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Source	df	Day to tasseling	Plant height	Kernel no. per ear	100-kernel weight	Shelling rate	Grain yield
Season(S)	2	68,524.08**	200,325**	177,161**	10.49**	351.93**	584,704**
Blocks/season	9	12.50	426	1,822	7.38	1.84	25,147
Hybrid(H)	27	76.47**	1,010**	23,091**	116.18**	28.06**	255,562**
Combination(C)	(2)	196.28**	3,257**	66,199**	157.47**	137.46**	1,406,476**
Within Dent×Dent	(5)	118.81**	1,455**	50,718**	153.38**	27.15**	209,383**
Within Den×Flint	(15)	51.06**	820**	14,230**	119.85**	21.32	134,885**
Within Flint×Flint	(5)	62.45**	1,243*	4,805**	51.45**	5.45	203,403**

S×H	54	7.93**	266**	4,126**	14.56**	5.72**	59,414**
S×C	(4)	13.92**	833**	13,765*	11.67*	14.38	166,588*
Within S×(D×D)	(10)	13.53**	149**	5,218**	17.10**	6.15**	60,329**
Within S×(D×F)	(30)	6.11**	254**	2,802**	14.02**	19.23	52,693**
Within S×(F×F)	(10)	5.39	230**	3,147	14.74**	3.05	35,790
Error	243	1.63	110	1,530	4.23	11.09	14,263

*, ** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

期作間及期作×F_1 雜種之交感作用，在所有的性狀均達顯著。而期作×粒型組合間、期作×〔D×D 粒型內〕、期作×〔D×F 粒型內〕、期作×〔F×F 粒型內〕等之交感作用也存在。期作與粒型組合間除脫粒率外，在開花期、株高也達極顯著作用，而每穗子粒數、百粒重、子粒產量等性狀則有顯著交感作用。

二、子粒產量與農藝性狀平均值之差異

(一)春 作

春作28個 F_1 雜種之子粒產量及農藝性狀之平均值，列如表3。依硬粒種及馬齒種兩種子粒型之各種組合，區分28個 F_1 爲：(1)馬齒種同粒型（馬齒種×馬齒種），(2)硬粒種同粒型（硬粒種×硬粒種），(3)異粒型（馬齒種×硬粒種）等三組。由各組之平均值顯示，硬粒種同粒型較馬齒種同粒型，有開花較遲、植株較高、百粒重及子粒產量較高等特性；而每穗子粒數及脫粒率則以馬齒種同粒型較高，至於異粒型組合，除每穗子粒數及子粒產量較馬齒種及硬粒種同粒型大外，其餘性狀，均介於兩同粒型之間。就子粒產量而言，大致呈異粒型＞硬粒種同粒型＞馬齒種同粒型之趨勢。

表3. 春作（1988）28個 F_1 雜交種及粒型組合六項性狀之平均值

Table 3. Cross means of six traits for 28 F_1 hybrids evaluated at TARI, spring of 1988.

Group	Gross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	74.0	263	449	29.2	83.3	970
	A×C	69.2	288	551	24.2	83.1	955
	A×D	72.5	275	522	20.3	83.5	861
Dent×Dent	B×C	74.5	301	576	25.7	84.9	1,054
	B×D	74.2	288	528	23.1	85.6	938
	C×D	72.2	290	554	19.6	83.4	846
	$\bar{x}$	72.8	280	530	23.7	84.0	937
	E×F	74.5	297	474	25.2	81.8	827
	E×G	75.2	296	491	27.8	81.8	997
	E×H	72.2	293	505	23.1	80.9	864
Flint×Flint	F×G	75.5	290	483	25.6	81.8	1,080
	F×H	72.5	297	434	29.7	82.7	1,024
	G×H	73.7	300	476	29.2	81.3	1,127
	$\bar{x}$	73.8	295	477	26.8	81.7	984
	A×E	71.7	290	509	25.7	82.7	949
	A×F	70.7	296	504	28.4	84.3	1,015
	A×G	71.5	301	469	27.9	82.6	1,098
	A×H	70.0	297	566	29.2	83.8	1,288

	B×E	74.2	302	524	26.0	83.1	1,041
	B×F	73.0	302	468	29.6	84.8	1,144
	B×G	74.0	315	558	27.9	82.9	1,079
	B×H	72.0	281	473	28.3	85.2	1,052
Dent×Flint	C×E	71.2	290	566	22.2	83.3	1,006
	C×F	71.5	307	597	26.8	84.8	1,181
	C×G	72.5	282	574	26.2	84.7	1,211
	C×H	70.0	271	559	23.6	84.1	1,116
	D×E	76.0	275	581	19.4	83.1	1,069
	D×F	73.2	308	563	28.5	85.6	1,231
	D×G	74.2	285	580	25.9	85.0	1,145
	D×H	73.2	285	574	21.5	83.4	1,085
	$\bar{x}$	72.4	293	541	26.1	84.6	1,107
L.S.D.	5%	1.3	15	67	2.6	1.3	143

(二)秋　作

秋作子粒產量及農藝性狀之平均值，列如表4。由各組之平均值可以看出，硬粒種同粒型組合較馬齒種同粒型，有開花較遲、植株較高、每穗子粒數、百粒重及子粒產量較大的特性；而脫粒率則以馬齒種同粒型較高。至於異粒型組合，除每穗子粒數及脫粒率較高，其餘性狀，均介於兩同粒型之間。但子粒產量，則大致呈硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型之趨勢。

表4. 秋作 (1987) 28個 F_1 雜交種及粒型組合六項性狀之平均值

Table 4. Cross means of six traits for 28 F_1 hybrids evaluated at TARI, fall of 1987.

Group	Gross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	59.0	178	272	27.1	79.1	587
	A×C	51.0	207	451	20.4	81.1	829
	A×D	53.5	204	467	24.4	81.4	965
Dent×Dent	B×C	53.2	210	448	26.7	84.6	1,113
	B×D	59.5	194	486	28.1	84.4	1,140
	C×D	53.2	207	546	19.8	82.9	969
	$\bar{x}$	54.9	200	445	24.4	82.2	934
	E×F	57.7	218	448	26.9	82.8	1,201
	E×G	61.0	214	497	27.9	82.6	1,389
	E×H	56.2	205	426	25.2	77.9	993
Flint×Flint	F×G	61.0	217	513	31.6	83.9	1,566
	F×H	54.2	217	469	31.2	82.4	1,404
	G×H	58.7	205	502	28.3	82.1	1,298
	$\bar{x}$	58.1	213	476	28.5	81.9	1,308
	A×E	53.0	216	447	25.3	81.5	1,059
	A×F	53.2	223	504	31.7	85.6	1,483
	A×G	53.5	220	450	28.6	84.1	1,237
	A×H	52.2	210	490	22.9	82.6	1,060
	B×E	58.2	217	463	27.7	83.2	1,161
	B×F	53.5	225	479	31.4	85.6	1,404
	B×G	58.7	206	454	33.0	85.2	1,504
	B×H	55.7	196	513	30.0	84.4	1,385
Dent×Flint	C×E	53.0	223	473	22.4	81.6	947

	C×F	53.0	222	497	26.9	85.3	1,268
	C×G	55.2	217	521	25.3	84.7	1,234
	C×H	53.0	214	481	22.8	81.5	1,050
	D×E	56.0	205	525	23.2	81.1	1,133
	D×F	53.2	227	589	28.1	85.0	1,542
	D×G	57.2	218	569	26.7	83.8	1,367
	D×H	53.2	212	507	22.7	80.4	1,017
	$\bar{x}$	54.5	216	497	26.8	83.5	1,241
L.S.D	5%	1.8	12	51	3.1	1.3	200

㈢裡 作

裡作子粒產量及農藝性狀之平均值，列如表5。由各組之平均值可以看出，硬粒種同粒型組合較馬齒種同粒型有較多的每穗子粒數及子粒產量，而其他性狀則差異不顯著。異粒型組合，在株高、每穗子粒數、百粒重等性狀均較馬齒種同粒型及硬粒種同粒型爲大，而其餘性狀則介於兩同粒型之間。就子粒產量而言，硬粒種同粒型與異粒型間並沒有明顯差異；但兩者均比馬齒種同粒型高。

表5. 裡作 (1988) 28個 F_1 雜交種及粒型組合六項性狀之平均值

Table 5. Cross means of six traits for 28 F_1 hybrids evaluated at TARI, winter of 1988.

Group	Gross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	112	210	305	28.8	79.6	780
	A×C	100	222	289	22.1	78.7	844
	A×D	101	213	381	21.3	77.4	784
Dent×Dent	B×C	104	239	432	30.5	83.1	1,244
	B×D	108	231	414	27.9	83.5	1,091
	C×D	101	223	518	19.2	80.3	984
	$\bar{x}$	104	223	406	25.0	80.4	954
	E×F	107	221	379	27.2	80.6	1,096
	E×G	110	234	417	23.7	80.5	1,113
	E×H	103	209	449	24.3	76.5	1,089
Flint×Flint	F×G	109	229	472	30.2	83.6	1,390
	F×H	103	205	437	28.9	78.7	1,259
	G×H	104	216	449	24.4	77.3	1,074
	$\bar{x}$	106	219	434	24.4	79.5	1,170
	A×E	103	230	428	24.5	77.6	1,027
	A×F	100	236	431	30.7	81.3	1,291
	A×G	103	240	431	26.6	80.7	1,099
	A×H	100	228	442	29.1	78.3	1,248
	B×E	108	245	429	28.5	81.7	1,180
	B×F	105	247	434	33.7	84.0	1,363
	B×G	108	248	455	29.1	83.2	1,301
	B×H	102	229	447	30.1	81.8	1,320
Dent×Flint	C×E	101	228	453	22.4	79.2	986
	C×F	100	238	455	26.4	81.9	1,178
	C×G	102	234	507	20.9	80.6	995

	C×H	98	217	470	22.7	78.2	1,020
	D×E	105	226	499	19.9	78.8	1,004
	D×F	105	223	485	24.8	81.8	1,204
	D×G	105	230	549	21.8	79.6	1,110
	D×H	102	213	528	23.9	76.2	1,183
	$\bar{x}$	103	232	465	25.9	80.3	1,157
L.S.D.	5%	2	13	39	2.8	1.6	152

(四)期作間之差異

期作間子粒產量及農藝性狀之平均值，列如表6。由表可看出，開花期所需日數，爲裡作>春作>秋作。株高爲春作>裡作>秋作。每穗子粒數爲春作>秋作>裡作。百粒重三期作間也有明顯差異。脫粒率的表現，春作與秋作、秋作與裡作間並沒有明顯差異，但春作明顯的大於裡作。子粒產量在期作間的表現爲秋作>春作≒裡作。

表6. 六項性狀之粒型組合與期作之平均值（1987秋作至1988裡作）

Table 6. Crop season and combination means of six traits for 28 F_1 hybrids evaluated at TARI,1987—1988.

Treatment	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
Spring	72.7	291	525	25.7	83.5	1,045
Fall	55.3	212	482	26.7	82.9	1,189
Winter	104.1	227	446	25.8	80.2	1,116
Dent×Dent	77.4	234	460	24.4	82.2	942
Dent×Flint	76.7	247	501	26.3	82.8	1,168
Flint×Flint	79.4	242	462	26.6	81.1	1,154

(五)不同粒型組合間之差異

根據粒型組合平均值之比較也列於表6，顯示開花期爲硬粒種同粒型>馬齒種同粒型≒異粒型。株高爲硬粒種同粒型與異粒型、硬粒種與馬齒種同粒型間並沒有顯著差異，但異粒型顯著高於馬齒種同粒型。每穗子粒數爲異粒型>硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型。百粒重爲硬粒種同粒型≒異粒型>馬齒種同粒型。脫粒率在三種粒型組合間並沒有顯著差異。子粒產量爲異粒型≒硬粒種同粒型>馬齒種同粒型。

三、子粒產量在不同季節下之穩定性

分析28個 F_1 組合在不同季節下之產量穩定性介量結果，如圖2所示，由圖可看出子粒產量的表現，馬齒種同粒型之產量大部份低於平均產量，而其迴歸係數的變域大，介於−2.65～1.39間，表示在不同季節爲產量偏低且不穩定；硬粒種同粒型之產量則大於平均產量，其迴歸係數介於0.38～2.72，表示有的基因型很穩定，有的不穩定；而異粒型組合中，大部份基因型大於平均產量，而少部份則低於平均產量，其迴歸係數介於−1.58～3.23，顯示有的基因型高產且穩定，有的則低產而不穩定；綜合言之，在不同季節下，子粒產量穩定性的表現，粒型組合間沒有一定的趨勢可循，只依基因型的表現而定，但可在馬齒種×硬粒種或硬粒種×硬粒種中找出可用之組合。

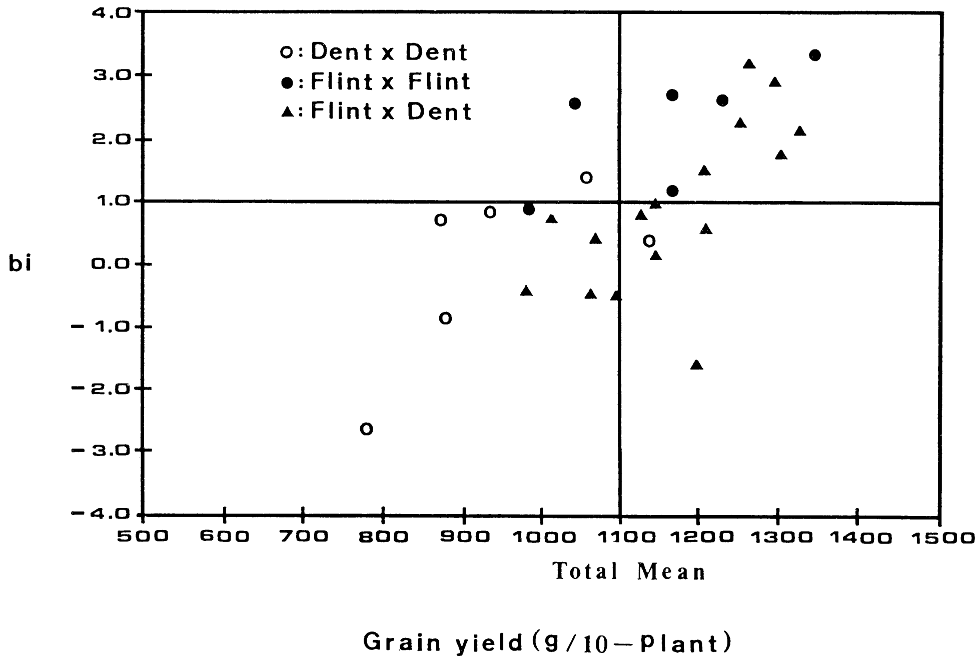

圖2. 基因型在不同期作下子粒產量之回歸係數
Fig. 2. Regression coefficient are plotted against genotype mean of grain yield.

討　論

玉米依粒型之特性，可分爲馬齒種與硬粒種兩型，而有關型間雜交組合 F_1 之表現的研究已有許多報告，呂等[3]及莊[6]指出馬齒種同粒型一般具有較優異的子粒性狀；硬粒種同粒型組合，一般晚熟而株型高大；而異粒型組合則兼具兩同粒型之組合之長處，即植株及子粒性狀均較優。子粒產量的表現，在臺灣[3,8]、美國[13]及拉丁美洲主要玉米生產國[21]均認爲馬齒種×硬粒種之異粒型組合，可獲得最大的子粒產量；在義大利 Moreno-Gonzalez[17]研究發現硬粒種同粒型比馬齒種同粒型及異粒型子粒產量低。而本試驗結果發現子粒產量異粒型組合與硬粒種同粒型類似，但均大於馬齒種同粒型；而由性狀表現發現硬粒種同粒型之 F_1 具有較佳的植株性狀，營養生長旺盛，乾物質生產量大，果穗比例較低；異粒型組合因兼具硬粒種優良之植株性狀及馬齒種之子粒性狀，同時具有較高的乾物質生產量，果穗百分比及脫粒率等，因此硬粒種同粒型組合與異粒型組合之 F_1 產量無顯著差異存在，但均比馬齒種同粒型高。

試驗期間之氣象變化趨勢，春作，月平均氣溫由18°C漸升高至29°C左右；日長則由11小時20分鐘漸增加至13小時45分鐘，而其每月總日照時數由152小時漸增加至220小時。秋作，月平均氣溫由26°C漸下降至18°C左右；日長由12小時30分鐘漸變爲10小時45分鐘，而其每月總日照時數則由230小時降爲170小時之趨勢。裡作，月平均氣溫由20°C降爲17°C後，再漸增加至26°C左右；日長則由11小時15分鐘漸增長爲13小時30分鐘，而其每月總日照時數則由150小時漸增加至200小時。在臺灣之栽培環境，玉米雖全年可生長，但其生產季節分爲春、秋及裡作三個季節，由於期作間生長之氣候環境不同，其子粒產量及農藝性狀有顯著差異。洪等[4]以馬齒種×硬粒種組合，比較產量在春、秋期作之變異，

指出子粒產量爲秋作＞春作。盧[9]之結果也顯示秋作＞春作＞裡作。而陳與連[7]試驗之結果顯示玉米開花吐絲前期作間之有效積溫及累積日照之多少對種質間產量之表現有明顯的影響。本試驗之結果，發現子粒產量呈現秋作大於春作之趨勢，但裡作與秋作及裡作與春作間則無明顯差異存在。由於本試驗所使用的材料爲28個 F_1 雜種，包括馬齒種同粒型6個，硬粒種同粒型6個及異粒型組合16個，其中硬粒種同粒型及異粒型在秋作及裡作之表現均較好，而春作僅異粒型表現較佳，造成總平均之結果，在裡作與秋作及裡作與春作差異不明顯。而秋作明顯的大於春作，可能係由於開花吐絲前期作間之有效積溫及累積日照呈現秋作大於春作，加上秋作玉米生長屬晚期——長期持續型，春作屬早期——短期強勢型[4]，而長期持續型具有較高子粒產量的潛力[18,19]，且秋作玉米之子粒充實期適逢低溫，春作則爲高溫期，在低溫下有較高比例的光合產物分配至果穗部位之子粒[14]，又因子粒充實期呈現秋作長於春作，以致於不論是馬齒種同粒型、硬粒種同粒型及異粒型組合之子粒產量，秋作均較春作高。衆所皆知作物之基因型與環境之交感作用，普遍存在於栽培作物中，在玉米也有類似現象[12,16,20]。本試驗顯示粒型組合間與期作也有交感作用，子粒產量的表現在春作爲異粒型＞硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型；秋作及裡作爲硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型。在春作異粒型組合其一般營養性狀之株高及穗位高均較高且每穗子粒數、百粒重及脫粒率等較大，間接有利於異粒型子粒產量的發揮；在秋作及裡作環境下，硬粒種同粒型及異粒型均具有較高的株高、穗位高及每穗子粒數、百粒數較高，間接有利於子粒產量的表現，使綜合表現呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型之趨勢。

在臺中地區之春作環境下，由於有利於異粒型組合子粒產量之表現，故應採用異粒型組合之雜種優勢模式較有利；至於在秋作及裡作之環境，由於硬粒種同粒型及異粒型之子粒產量表現頗相近，且均較馬齒種同粒型高，故以異粒型及硬粒種同粒型之模式均可使用。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究 37（4）：379—388。
2. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、何千里、謝光照。1989。單雜交玉米臺農一號之育成。中華農業研究 38（1）：1—18。
3. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35（2）：145—164。
4. 洪梅珠、涂　勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報新 125：61—70。
5. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
6. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
7. 陳　成、連大進。1989。玉米種質與環境交感效應之研究。刊載於「玉米生理遺傳與育種研討會論文集」（謝昱暐、劉大江、朱德民、黃懿秦合編）。中央研究院植物研究所專刊第七號 PP.9—28。臺北市。
8. 萬　雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。1986。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究 35（1）：11—22。
9. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
10. Brun, E. L. and J. W. Dudley. 1989. Breeding potential in the USA and Argentina of corn population containing different proportions of flint and dent germplasm. Crop Sci. 29：570—577.
11. Eberhart, S. A. and W. A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci. 6：36—40.
12. Geadelman. J. L. and R. H. Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. Crop Sci. 18：387—390.
13. Hallauer, A. R. and D. Malithano. 1976. Evaluation of maize varieties for their potential as breeding populations. Euphytica 25：117—127.

14. Hunter, R. B., M. Tollenaar and C. M. Breuer. 1977. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive growth of a maize : (*Zea mays* L.) hybrid. Can. J. Plant Sci. 57 : 1127—1134.

15. Inoue, Y. 1984. Specific combining ability between six different types of maize (*Zea mays* L.) obtained from a diallel set of eleven open-pollinated varieties. Japan J. Breed. 34 : 17—28.

16. Kang, M. S. and D. P. Gorman. 1989. Genotype × environment interaction in maize. Agron. J. 81 : 662—664.

17. Moreno-Gonzalez, J. 1988. Diallel crossing system in sets of flint and dent inbred lines of maize (*Zea mays* L.) Maydica 33 : 37—49.

18. Morishima, H. and H. I. Oka. 1974. Analysis of genetic variations in plant type of rice. VI. Intervarietal in growth pattern on obtained from the international rice adaptation experiment. Japan J. Breed. 24 : 226—236.

19. Morishima, H. and H. I. Oka. 1975. Comparison of growth pattern and phenotypic plasticity between wild and cultivated rice strains. Japan J. Genet. 50 : 53—65.

20. Pollmer, W. G., D. Klein and B. S. Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverse for protein content. Euphytica 28 : 325—328.

21. Wellhausen, E. J. 1978. Recent development in maize breeding in the tropics. *In* : Maize Breeding and Genetics. Walden, D. B. (ed) PP. 59—84. Willy, New York.

Variations of Grain Yield and Agronomic Traits in Maize due to Crop Seasons and Different Kernel-Type Combination[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A half diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for grain yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows :

Combined analysis of variance indicated that crop season, combination type, and interaction of crop season × combination type were significant over the three crop seasons for most traits. Crosses were grouped into flint × flint, dent × flint and dent × dent for analysis. In the spring crop season, dent × flint crosses have more kernel number of per ear, larger 100-kernel weight and shelling rate, so that grain yield of dent × flint crosses were significantly higher than the crosses of flint × flint or dent × dent. No significant difference was between flint × flint and dent × dent. In the fall and winter crop seasons, no significant difference in grain yield was observed between dent×flint and flint × flint crosses, but flint × flint and dent × flint crosses have more kernel number of per ear and larger 100-kernel weight, so that yielded significantly more grains than dent × dent crosses.

Because the crop season × combination type interactions were significantly in grain yields, and evidence of stability analysis for grain yields showed no consistent trends were existed in flint × flint, dent × flint and dent × dent crosses. Therefore, selection should be carried out in a specific crop seasons. In the grain Yield improvement program, dent × flint crosses were better than flint × flint and dent × dent crosses in spring and winter, flint × flint crosses were potential patterns for better grain yield in fall crop season in Taichung.

Key words : Dent, Flint, Kernel type, Crop season.

---

1. Contribution No. 1688 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(4)：356～369 (1993)

玉米不同粒型組合之子粒產量及農藝性狀在期作間組合力之表現[1]

謝光照[2]　曾富生[3]

摘要：爲探討玉米不同粒型組合之雜交種，在臺灣春、秋及裡作環境下子粒產量等性狀組合力之表現，以四個硬粒種及四個馬齒種自交系半互交組合之28個 F_1 爲材料，分別於春作、秋作及裡作進行試驗。結果摘要如下：在春作顯示每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量的表現，爲異粒型＞硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型；秋作及裡作，則顯示每穗子粒數、百粒重及子粒產量呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型。經組合力分析，顯示在春、秋及裡作，大部份性狀均由 GCA 及 SCA 共同控制，且以 GCA 均方佔較大比例。各性狀的 GCA/SCA 均方比值，在期作間明明顯的變動。大部份性狀之 GCA 效應，在馬齒種自交系爲負效應，硬粒種自交系則爲正效應居多；而 F_1 雜種之 SCA 效應的表現，同粒型組合爲負的效應，異粒型組合以正的效應居多。各性狀的 GCA 及 SCA 效應之強度，隨期作環境之變異，有不同的表現程度。

關鍵詞：粒型、硬粒種、馬齒種、一般組合力、特殊組合力。

玉米生長易受栽培環境的影響，一般基因型與地域間有交感作用(11,14,19)。在臺灣雖可種植於春秋兩個不同生長季節，常因氣象因子的影響而產量有差異(1,6,9)。洪等(5)研究顯示，臺灣春作玉米生長爲早期——短期強勢型；秋作玉米生長則爲晚期——長期持續型生長，顯示不同氣象環境對玉米生長有明顯的影響。

一般組合力 (GCA) 與特定組合力 (SCA) 變方的大小，可用於決定基因作用的形式，GCA 變方通常包括總變方的累加性部份，而 SCA 變方則包括非累加性的作用(20)。而 Russell and Stuber(22) 的研究發現玉米達到開花期之 GCA, SCA, GCA×環境、SCA×環境之均方均達極顯著，顯示基因的作用極易受環境之影響。

Moreno-Gonzalez(17) 分析歐洲硬粒種 (European Flint) 及美國馬齒種 (US Dent) 間之雜交組合，發現子粒產量以硬粒型×馬齒型及馬齒型×馬齒型之組合，大於硬粒種×硬粒種組合。自交系之 GCA 則以馬齒型大於硬粒型。SCA 在硬粒種×馬齒種組合中，大多數爲正值，而硬粒種×硬粒種及馬齒種×馬齒種組合中，則多爲負值，Vasal *et al.*(25) 以 CITMMYT 熱帶白玉米種源進行育種模式之探討，結果也顯示硬粒種×硬粒種及馬齒種×馬齒種在子粒產量之表現具有負的特殊組合力效應。早生硬粒型及馬齒型自交系間之全互交組合，發現顯性變方成份較累加性變方成份爲大，並且有上位性作用存在，但較顯性及累加性作用小(16)。Mariani and Desiderio(15)分析義大利的硬粒種族群中分離出之自交系間之全互交試驗，認爲產量及有關性狀共同受累加性及顯性基因之作用，而

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1689 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝系教授。臺灣省　臺中市。

此種作用又受栽培密度影響，在低密度下，累加性變方顯著小於顯性變方；反之，在高密度下之累加性變方則大於顯性變方。Moreno-Gonzalez and Dudley[18] 分析馬齒型及硬粒型種源間之雜交，結果發現顯性作用顯著大於累加性作用。Schnell and Singh[23] 分析早生硬粒種及馬齒種之雜交組合，發現有基因之上位性作用存在。

Wu[27] 分析玉米不同發育期之三個數量性狀指出粒重及株高受顯性作用。而株高、開花期、百粒種、子實產量等性狀之 SCA 效應，主要來自雜種優勢之非累加性成份[4]。莊[7]研究玉米植株性狀認爲，在馬齒種同粒型組合中，主要受累加性基因作用；硬粒種×硬粒種組合中，部份受累加性基因作用，部份受顯性基因之作用；在馬齒種×硬種之組合中，主要受顯性基因之作用。而 Rood and Major[21] 認爲玉米增加株高是超顯性之雜種優勢所控制，基因型間有差異存在，無正反交效應。呂等[3]進行馬齒種與硬粒種種源之組合力效應比較，亦發現硬粒種自交系有較佳的 GCA，而馬齒種各性狀之 GCA 較低；而馬齒種×硬粒種異粒型雜種組合，雖然營養生長及植株性狀多數趨近於兩同粒型組合之中間值，但卻有較優異的株高、穗位高、百粒重及子粒產量等 SCA 效應。呂等同時指出，硬粒種玉米自交系在植株及子粒性狀方面具有較佳的 GCA 效應，而馬齒種玉米則具有較佳的 SCA 效應。玉米開花期、株高、百粒重、脫粒率等之 GCA 均方均達極顯著且 GCA/SCA 均方比值均大於1，表示累加性與非累加性共同控制著這些性狀的表現，但累加性均方所佔的比例較大；而子粒產量的 GCA 及 SCA 均達顯著，其 GCA/SCA 比值小於1，顯示非累加性均方佔總遺傳變方中之較大比例。但不同粒型組合在不同期作下，其組合力之表現，是否因期作而有所不同，值得加以探討。

本試驗目的，即在探討春、秋、裡作不同環境對三種粒型組合子粒產量及農藝性狀組合力表現之差異。

材料與方法

本研究所使用材料、栽培方法、調查性狀及方法與氣象資料詳見謝與曾[10]前篇報告。

所得數據，先進行變方分析及平均值顯著性測驗。然後以 Griffing[12] 氏方法四（只28有個 F_1，不包括親本），進行全互交分析，以估算各項性狀的 GCA 與 SCA。

結　　果

一、變方分析

調查三期作三個類型組合之農藝性狀差異結果，在春作顯示每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量的表現爲異粒型＞硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型；秋作及裡作，則顯示每穗子粒數、百粒重及子粒產量呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型（表1）。

表1. 不同期作下三種粒型組合六項性狀之平均值

Table 1. Means of six traits for different kernel type at three crop seasons.

Crop season	Combination	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
Spring	Dent×Dent	72.80	280.0	530.4	23.74	84.02	937
	Flint×Flint	73.88	295.8	477.4	26.80	81.77	984
	Dent×Flint	72.46	293.2	541.9	26.11	84.63	1107
	$LSD_{0.05}$	1.32	15.9	67.5	2.67	1.35	143

Fall	Dent×Dent	54.92	200.5	445.2	24.48	82.29	934
	Flint×Flint	58.17	213.1	476.2	28.55	81.99	1308
	Dent×Flint	54.52	216.1	497.9	26.85	83.52	1241
	$LSD_{0.05}$	1.84	12.3	51.1	3.10	1.37	200
Winter	Dent×Dent	104.5	223.3	406.9	25.01	80.47	954
	Flint×Flint	106.3	219.5	434.2	24.49	79.57	1170
	Dent×Flint	103.2	232.3	465.5	25.99	80.35	1157
	$LSD_{0.05}$	2.1	13.9	39.3	2.89	1.64	152

二、組合力之差異

三個期作28個半互交 F_1 之子粒產量及農藝性狀的組合力分析所得之均方值，列如表2。

表2. 28個 F_1 雜交種在不同期作下六項性狀組合力分析之均方值（1987秋作～1988裡作）

Table 2. Means squares of six traits for 28 F_1 hybrids evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Source	df	Day to tasseling	Plant height	Kernel no. per ear	100-kernel weight	Shelling rate	Grain yield
Spring	G. C. A	7	9.05*	160.32**	4687**	27.63**	3.84**	15316**
	S. C. A	20	0.72*	133.02**	1326**	3.37**	0.92**	13248*
	Error	81	0.22	32.10	576	0.90	0.23	2597
	GCA/SCA		12.47	1.20	3.53	8.19	4.17	1.15
Fall	G. C. A	7	21.58**	232.90**	7368**	41.99**	9.23**	149950**
	S. C. A	20	3.48**	69.61**	1765**	1.74	2.08**	20498**
	Error	81	0.42	19.12	330	1.21	0.23	5062
	GCA/SCA		6.19	3.34	4.00	24.10	4.42	7.31
Winter	G. C. A	7	34.36**	279.11**	6126*	50.50**	16.58**	60506**
	S. C. A	20	4.20**	83.02**	1228**	1.88*	0.97**	13687**
	Error	81	0.57	24.53	195	1.05	0.34	2941
	GCA/SCA		8.18	3.36	4.98	26.77	16.97	4.42

*，** Significant at 5% and 1% levels, respectively.

(一)春 作

所有性狀之 GCA 及 SCA 均達極顯著，表示8個自交系間之 GCA 有顯著的差異，同樣28個雜種 F_1 間之 SCA 亦具有極顯著之差異。由 GCA 均方及 SCA 均方比值，發現所有的性狀均大於1，顯示 GCA 均方成份大於 SCA 均方成份，亦即各項農藝性狀的累加性變方大於非累加性變方，其中尤以開花期(12.47)及百粒重(8.19)較高。

(二)秋 作

GCA 除百粒重外，大部份性狀均達極顯著，表示8個自交系間的 GCA 有極顯著之差異。就 SCA 而言，除百粒重外，其餘性狀也均達顯著差異，亦表示這些性狀，在28個雜種 F_1 間之 SCA 亦有極顯著之差異。就 GCA 均方與 SCA 均方比值而言，發現子粒產量及各農藝性狀均大於1，顯示 GCA 均方成份大於 SCA 均方成份，亦即各項性狀的累加性變方大於非累加性變方，其中尤以百粒重(24.10)及子粒產量(7.31)等較高。

(三)裡 作

GCA 及 SCA 在子粒產量及各項農藝性狀均達極顯著。表示8個自交系間 GCA 及28個

雜種 F_1 間之 SCA 均達極顯著差異。就 GCA 均方及 SCA 均方比值而言，發現所有的性狀均大於1，顯示 GCA 均方成份大於 SCA 均方成份，亦即各項性狀的累加性變方大於非累加性變方，其中尤以百粒重(26.77)，脫粒率(16.97)較高。

㈣期作間 GCA/SCA 比值之比較

期作間子粒產量及農藝性狀的 GCA/SCA 比值，列如表3。由表中可看出各項性狀之 GCA/SCA 比值，在期作間有明顯的差異存在。一般開花期呈現春作>裡作>秋作之趨勢；而株高及百粒重以春作最小；每穗子粒數三期作相差並不大；脫粒率爲裡作大於春作與秋作；子粒產量的 GCA/SCA 比值爲秋作>裡作>春作。

三、期作間不同粒型組合間一般組合力效應之差異

不同期作之8個親本自交系半互交分析之子粒產量及農藝性狀之一般組合力效應，列如表3。

表3. 八個自交系在不同期作下六項性狀之一般組合力效應估值 (1987—1988)

Table 3. Estimates of general combining ability effects for six traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, 1987—1988.

Crop season	Kernel form	Parental inbreds	Day to tasseling (dat)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
Spring	Dent	A	−1.615	−51.5	−17.76	0.821	−0.189	−29.46
		B	0.760	1.92	−16.71	1.664	0.907	−5.93
		C	−1.698	−2.03	50.07	−1.931	0.677	9.32
		D	1.052	−5.99	37.40	−3.608	0.849	−23.25
		$\bar{x}$	−0.375	−2.81	13.25	−0.764	0.561	−12.33
	Flint	E	0.969	0.26	−4.38	−1.763	−1.277	−93.30
		F	0.260	9.42	−25.63	2.290	0.248	31.44
		G	1.219	4.42	−7.84	1.762	−0.706	70.81
		H	−0.948	−2.86	−15.13	0.764	−0.509	40.37
		$\bar{x}$	0.375	2.81	−13.25	0.764	−0.561	12.33
	S. E.	(g_i-g_j)	0.271	3.27	13.86	0.549	0.278	29.27
Fall	Dent	A	−2.031	−3.75	−48.54	−1.006	−0.804	−184.34
		B	1.719	−9.41	−42.91	2.909	1.047	−5.19
		C	−2.656	3.00	7.58	−3.716	0.260	−152.89
		D	−0.281	−2.45	52.87	−2.260	−0.205	−32.05
		$\bar{x}$	−0.813	−3.15	−7.75	−1.018	0.075	−93.62
	Flint	E	1.260	2.58	−15.33	−1.344	−1.600	−73.87
		F	−0.281	11.16	21.25	3.512	1.765	256.83
		G	2.969	2.75	22.37	2.477	1.002	211.45
		H	−0.698	−3.87	2.70	−0.572	−1.485	−19.92
		$\bar{x}$	0.813	3.15	7.75	1.018	−0.075	93.62
	S. E.	(g_i-g_j)	0.377	2.52	10.50	0.637	0.282	41.07
Winter	Dent	A	−1.260	−1.96	−52.49	0.356	−1.280	−123.57
		B	3.391	9.61	−34.24	4.618	2.620	77.46
		C	−3.677	1.57	17.01	−2.783	0.156	−93.82
		D	−0.094	−5.34	42.42	−3.673	−0.595	−75.69
		$\bar{x}$	−0.410	0.96	−6.82	−0.371	0.225	−53.90
	Flint	E	1.656	0.32	−11.40	−1.745	−1.059	−53.28
		F	0.281	1.40	−4.53	3.535	1.794	161.13
		G	2.240	6.69	26.38	−0.720	0.730	44.51
		H	−2.469	−12.30	16.84	0.412	−2.364	63.26
		$\bar{x}$	0.410	−0.96	6.82	0.371	−0.225	53.90
	S. E.	(g_i-g_j)	0.439	2.86	8.07	0.593	0.339	31.31

㈠春　作

由馬齒種與硬粒種兩組自交系平均值之比較，可發現硬粒種自交系除每穗子粒數、脫粒率之 GCA 為負值外，其餘性狀，均以硬粒種為優，且均為正值，而馬齒種之平均值為負值。顯示本試驗所採用之硬粒種自交系在春作環境下，其開花期有延遲效應，而株高及子粒產量等有增加的效應，而對於每穗子粒數、百粒重、脫粒率等則為負效應；馬齒種自交系平均的表現則為相反現象。

㈡秋　作

比較馬齒種與硬粒種兩組自交系之平均值，可發現硬粒種自交系之 GCA 除脫粒率為負值外，其他性狀均為正值，而馬齒種之平均值為負值。顯示硬粒種自交系在秋作環境下，其開

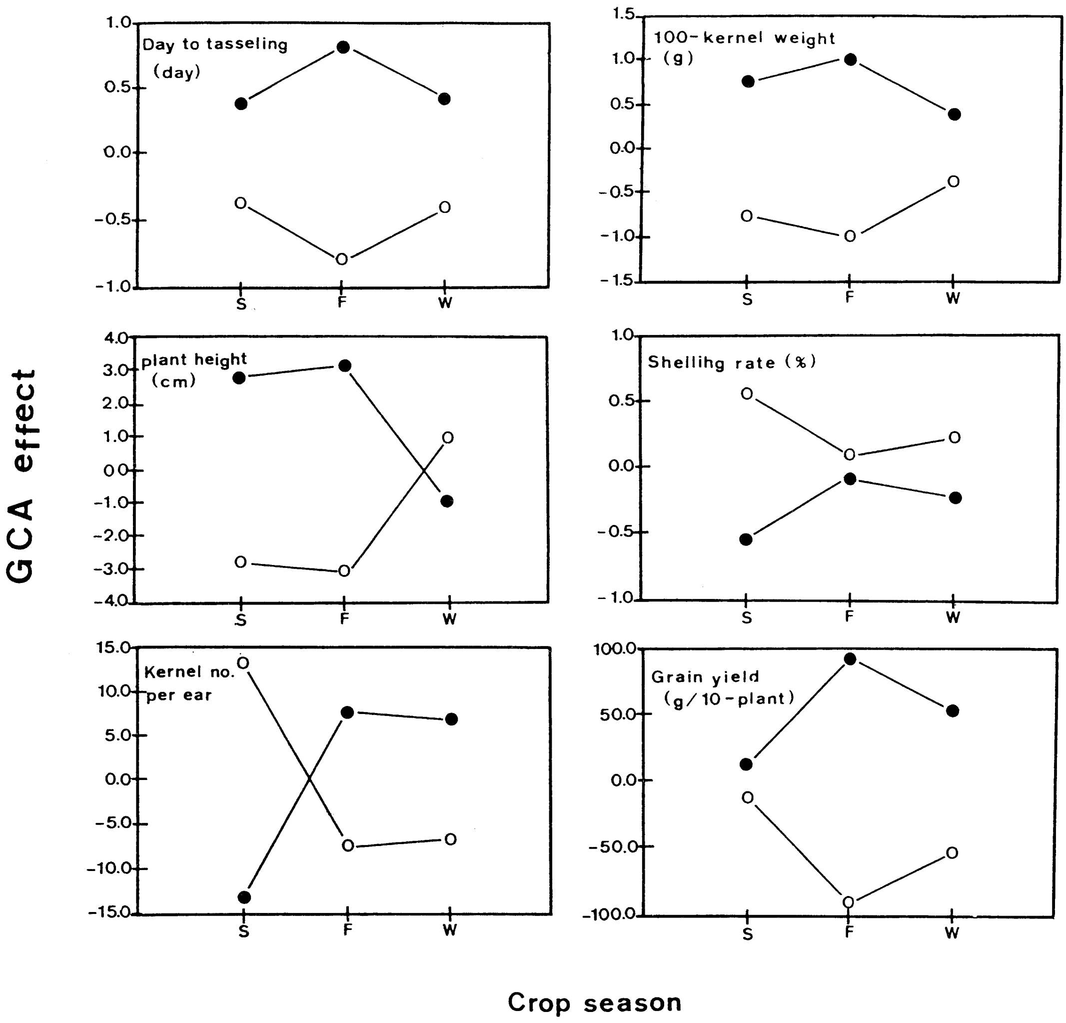

圖1. 玉米六項性狀在不同期作下之一般組合力效應。
●—●：硬粒種，○—○：馬齒種；S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 1. The effect of crop seasons on GCA effect of six trats in maize.
Note: ●—●: Flint, ○—○: Dent S: Spring, F: Fall, W: Winter

花期有延遲效應，而株高有增高效應，對於每穗子粒數、百粒重及子粒產量等也有增加效應存在；而馬齒種自交系平均的表現則呈現相反現象。

㈢裡　作

比較馬齒種與硬粒種兩組自交系之平均值，發現硬粒種自交系之 GCA 除株高及脫粒率爲負值外，其餘性狀均呈正值，但馬齒種之平均值則爲負值。顯示硬粒種自交系，在裡作環境下其開花期有延遲效應，而對株高有降低的效應，每穗子粒數、百粒重及子粒產量普遍有增加的效應，脫粒率有呈現降低的效應；馬齒種自交系平均的表現則爲相反現象。

㈣期作間一般組合力效應之差異

比較不同粒型自交系的子粒產量及農藝性狀之 GCA 效應，在期作間之差異結果如圖1所示。由圖1可看出各種性狀之平均 GCA 效應隨著期作的不同，其反應形式也有所不同。

開花期：其 GCA 效應之趨勢，Dent 爲負值，Flint 呈現正值；期作間的表現爲秋作>春作>裡作。株高：Dent 在春作及秋作爲負效應，裡作爲正效應；Flint 在春作及秋作爲正效應，裡作爲負效應。每穗子粒數：Dent 春作爲正效應，秋作及裡作的表現爲負效應；Flint 呈相反趨勢，期作間的表現春作>秋作>裡作。百粒重：Dent 的表現爲正效應，Flint 的表現爲負效應；期作間的表現爲秋作>春作>裡作。脫粒率：Dent 的表現爲正效應，Flint 爲負效應，三期作的表現爲春作>裡作>秋作。子粒產量：Dent 爲負效應，Flint 爲正效應，期作間的趨勢爲秋作>裡作>春作。

四、期作間不同粒型組合間特定組合力效應之差異

將28個 F_1 雜種之子粒產量及農藝性狀之 SCA 效應，依硬粒種及馬齒種兩種子粒型之各種組合方式，區分爲：(1)馬齒種同粒型、(2)硬粒種同粒型及(3)異粒型組合等三組，由各組之平均值進行比較，各期作分述如下：

㈠春　作

春作的表現由表4可以看出異粒型組合與同粒型組合有明顯的不同。開花期：馬齒種同粒型及硬粒種同粒型顯示有延遲的效應，而異粒型組合則有提早的效應。株高：異粒型，有產生高大之雜種強勢，分別爲1.71；而硬粒種同粒型及馬齒種同粒型則爲負效應（−1.71）。每穗子粒數、百粒重及脫粒率等三性狀：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型均顯示有降低的效應；而異粒型組合則有增加的效應。子粒產量：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型具有負的效應，而異粒型組合則有增加子粒產量的效應。

表4. 春作（1988）28個 F_1 雜交種六項性狀特殊組合力效應之估值

Table 4. Estimates of specific combining ability effects for six traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, spring of 1988.

Group	Cross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	2.07	−24.94	−41.70	0.96	−0.87	−39.02
	A×C	−0.21	4.01	−6.50	−0.34	−0.88	−69.78
	A×D	0.28	−5.77	−23.08	−2.62	−0.64	−130.73
Dent×Dent	B×C	0.66	9.43	17.28	0.29	−0.12	5.81
	B×D	−0.38	0.89	−17.87	−0.62	0.32	−77.98
	C×D	0.11	6.10	−58.41	−0.56	−1.64	−185.29
	$\bar{x}$	0.43	−1.71	−21.72	−0.48	−0.64	−82.83

	E×F	0.49	− 4.10	−21.16	−1.07	−0.68	−155.48
	E×G	0.28	− 0.35	−22.20	2.07	0.29	− 25.45
	E×H	−0.54	4.43	− 0.91	−1.57	−0.77	−127.93
Flint×Flint	F×G	1.24	−15.77	− 8.70	−4.17	−1.22	− 66.83
	F×H	0.41	− 0.98	−50.66	0.93	−0.51	− 92.76
	G×H	0.70	6.51	−26.70	0.92	−0.95	− 28.53
	$\bar{x}$	0.43	− 1.71	−21.72	−0.48	−0.64	− 82.83
	A×E	−0.38	2.97	5.95	0.91	0.68	27.02
	A×F	−0.67	0.06	22.20	−0.44	0.75	− 31.68
	A×G	−0.88	10.06	−30.33	−0.34	−0.01	11.90
	A×H	−0.21	13.60	73.45	1.87	0.98	232.29
	B×E	−0.25	8.39	20.16	0.40	0.00	95.87
	B×F	−0.79	− 0.77	−14.58	−0.01	0.19	73.49
	B×G	−0.75	16.72	56.87	−1.17	−0.79	− 30.67
	B×H	−0.58	− 9.73	−20.08	0.16	1.27	− 27.50
Den×Flint	C×E	−0.79	− 0.14	− 4.42	0.15	0.45	45.57
	C×F	0.16	8.14	47.37	0.70	0.41	95.35
	C×G	0.20	−11.81	6.33	0.68	1.36	86.53
	C×H	−0.13	−15.77	− 1.37	−0.91	0.43	21.80
	D×E	1.20	−11.19	22.79	−0.89	0.01	140.41
	D×F	−0.83	13.39	25.54	4.08	1.05	177.91
	D×G	−0.79	− 5.35	24.75	2.01	1.33	53.04
	D×H	0.36	1.93	26.29	−1.39	−0.44	22.63
	$\bar{x}$	−0.32	1.28	16.30	0.36	0.48	53.93
S. E.($S_{ij}-S_{ik}$)		0.60	7.31	31.00	1.22	0.62	65.80
S. E.($S_{ij}-S_{kl}$)		0.54	6.54	27.72	1.09	0.55	58.85

綜合而言，在春作環境下，異粒型組合之 SCA，表現株高增加，開花期、每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量增加的效應，而馬齒種與硬粒種同粒型，則呈現相反的趨勢。

(二)秋 作

秋作28個 F_1 雜種之子粒產量及農藝性狀 SCA 效應，列如表5。開花期：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型，顯示有延遲的效應，而異粒型組合則有提早的現象。株高：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型都有降低株高的 SCA 效應，而異粒型組合則有增加株高的 SCA 效應。每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型組合，有減少的效應，而異粒型組合則有增加每穗子數、百粒重、脫粒率及子粒產量的效應。

表5. 秋作 (1987) 28個 F_1 雜交種六項性狀特殊組合力效應之估值

Table 5. Estimates of specific combining ability effects for six traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, fall of 1987.

Group	Cross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	3.92	-20.22	-118.04	-1.43	-4.05	-412.89
	A×C	0.30	-3.64	9.95	-1.53	-1.26	-23.22
	A×D	0.42	-1.43	-18.58	1.04	-0.48	-7.96
Dent×Dent	B×C	-1.19	4.27	1.33	0.87	0.41	81.60
	B×D	2.67	-5.76	-5.95	0.74	0.67	-11.75
	C×D	0.80	-4.93	3.54	-0.85	-0.03	-35.46
	$\bar{x}$	1.15	-5.28	-21.29	-0.19	-0.79	-68.28
	E×F	1.38	-7.64	-39.41	-1.97	-0.22	-171.54
	E×G	1.38	-2.72	8.20	0.12	0.26	62.18
	E×H	0.30	-5.35	-42.87	0.41	-1.89	-102.56
Flint×Flint	F×G	2.92	-8.81	-11.87	-1.09	-1.80	-92.22
	F×H	-0.15	-1.68	-36.70	1.58	-0.71	-22.16
	G×H	1.09	-5.51	-5.08	-0.22	-0.36	-83.38
	$\bar{x}$	1.15	-5.28	-21.29	-0.19	-0.79	-68.28
	A×E	-1.61	5.27	28.87	1.02	1.00	127.62
	A×F	0.17	4.19	49.54	2.51	1.80	220.77
	A×G	-2.82	9.60	-5.83	0.51	0.98	20.72
	A×H	-0.40	6.23	54.08	-2.13	2.00	74.96
	B×E	-0.11	11.69	39.50	-0.52	0.83	51.08
	B×F	-3.32	11.60	18.66	-1.64	-0.05	-37.17
	B×G	-1.32	1.27	-7.20	0.94	0.26	108.70
	B×H	-0.65	-2.85	71.70	1.03	1.92	220.43
Den×Flint	C×E	-0.98	5.77	-0.50	0.78	0.04	-16.17
	C×F	0.55	-4.06	-13.08	0.40	0.42	-25.90
	C×G	-0.44	-0.14	9.79	-0.08	0.56	-13.87
	C×H	0.97	2.73	-11.04	0.40	-0.15	33.03
	D×E	-0.36	-7.01	6.20	0.14	-0.02	49.39
	D×F	-1.57	6.40	32.87	0.19	0.57	128.23
	D×G	-0.82	6.31	12.00	-0.18	0.08	-2.13
	D×H	-1.15	6.44	-30.08	-1.08	-0.79	-120.32
	$\bar{x}$	-0.86	3.96	15.96	0.14	0.59	58.35
S. E.($S_{ij}-S_{ik}$)		0.84	5.64	23.48	1.42	0.63	91.85
S. E.($S_{ij}-S_{kl}$)		0.75	5.05	21.00	1.27	0.56	82.15

綜合言之，在秋作環境下，異粒型組合，呈現開花期提早的效應，株高有增高效應，每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量均爲增加效應；而馬齒種與硬粒種同粒型組合，除有延遲開花期的效應外，其餘性狀均爲負的 SCA 效應。

㈢裡 作

裡作28個 F_1 雜種之子粒產量及農藝性狀之 SCA 效應，列如表6。開花期：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型顯示有延遲效應；異粒型組合，則爲提早的效應。株高：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型，具有降低株高效應；異粒型組合則有增加株高的效應。每穗子粒數、百粒重及脫粒率：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型，均有減少的效應；而異粒型組合，則有增加效應。子粒產量：馬齒種同粒型與硬粒種同粒型，均有減少子粒產量之效應；而異粒型組合，則有增加子粒產量的效應。

表6. 裡作 (1988) 28個 F_1 雜交種六項性狀特殊組合力效應之估值

Table 6. Estimates of specific combining ability effects for six traits measured in a diallel set of eight maize inbred lines evaluated at TARI, winter of 1988.

Group	Cross	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Kernel no. per ear (No.)	100-kernel weight (g)	Shelling rate (%)	Grain yield (g/10-plant)
	A×B	5.75	−25.08	−54.29	−2.04	−1.94	−290.56
	A×C	1.50	− 5.04	−21.79	−1.13	−0.34	− 55.02
	A×D	−1.33	− 6.62	−54.46	−1.21	−0.87	−133.14
Dent×Dent	B×C	0.16	0.62	2.95	2.86	0.20	143.68
	B×D	0.83	− 045	−39.71	1.06	1.28	− 26.94
	C×D	0.58	− 0.91	13.03	−0.16	0.53	37.60
	$\bar{x}$	1.25	− 6.25	−25.71	−0.13	−0.19	− 54.06
	E×F	1.12	− 7.66	−50.83	−0.39	−0.32	−128.52
	E×G	2.16	0.04	−44.00	0.29	0.63	5.10
	E×H	−0.12	− 5.95	− 2.21	−0.24	−0.27	− 37.14
Flint×Flint	F×G	2.54	− 6.54	4.11	1.55	0.92	68.18
	F×H	1.50	−11.54	−20.83	−0.85	−0.91	− 81.56
	G×H	0.29	− 5.83	−40.50	−1.17	−1.18	−150.44
	$\bar{x}$	1.25	− 6.25	−25.71	−0.13	−0.19	− 54.06
	A×E	−1.33	3.95	45.61	0.02	−0.24	87.93
	A×F	−2.45	9.62	41.99	1.01	0.59	137.01
	A×G	−2.16	8.08	11.32	1.08	1.06	61.64
	A×H	0.04	15.08	31.61	2.45	1.74	192.14
	B×E	−0.66	7.37	28.36	−0.22	−0.00	39.39
	B×F	−2.54	9.04	27.24	−0.25	−0.59	8.47
	B×G	−1.00	4.00	16.57	−0.61	−0.34	62.60
	B×H	−2.54	4.50	18.86	−0.78	1.41	63.35
Den×Flint	C×E	−0.66	− 1.33	1.11	1.05	−0.09	16.68
	C×F	0.79	7.33	− 3.25	−0.21	−0.16	− 5.48
	C×G	−0.75	− 1.20	18.07	−1.46	−0.40	− 71.85
	C×H	−0.04	0.54	−10.13	−0.74	0.26	− 65.60
	D×E	−0.50	3.58	21.95	−0.50	0.32	16.56
	D×F	0.62	− 0.25	1.57	−0.85	0.47	1.89
	D×G	−1.08	1.45	34.41	0.32	−0.68	24.76
	D×H	0.87	3.20	23.20	1.35	−1.04	79.26
	$\bar{x}$	−0.93	4.68	19.28	0.10	0.14	40.54
S. E.($S_{ij}-S_{ik}$)		0.98	6.39	18.05	1.32	0.75	70.01
S. E.($S_{ij}-S_{kl}$)		0.87	5.72	16.14	1.18	0.67	62.62

綜合言之，在裡作環境下，異粒型組合之 SCA 效應，在開花期爲負效應，在株高、每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量則爲正效應；而馬齒種與硬粒種同粒型，則呈現相反的趨勢。

(四)期作間不同粒型組合特定組合力之比較

期作間不同粒型的子粒產量及農藝性狀之 SCA 效應表現，示如圖2。一般在期作間的反應趨勢因性狀之不同而有很大差異。開花期：同粒型組合爲正效應，異粒型則爲負效應，期作間之反應爲裡作>秋作>春作的趨勢。株高：同粒型組合爲負效應，異粒型則爲正效應，期作間之反應爲裡作>秋作>春作的趨勢。每穗子粒數：同粒型爲負效應，異粒型則爲正效應，對期作間之反應爲裡作>春作與秋作的趨勢。百粒重：同粒型爲負效應，異粒型則爲正效應，期作間之反應爲春作>秋作>裡作的趨勢。脫粒率：同粒型爲負效應，異粒型爲正效應期作間爲反應趨勢爲秋作>春作>裡作。子粒產量：同粒型組合爲負效應，期作間之反應爲春作>秋作>裡作；異粒型組合爲正效應，期作間之反應趨勢爲秋作>春作>裡作。

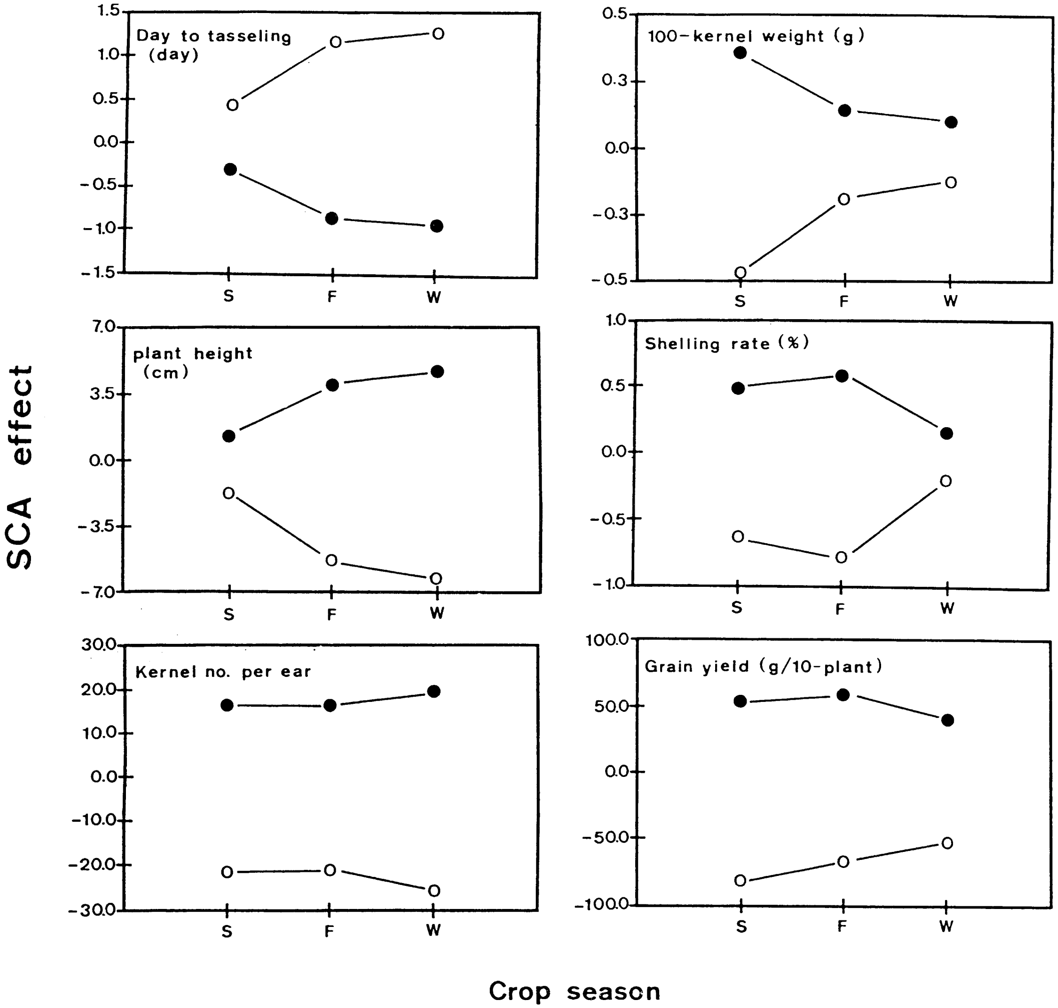

圖2. 玉米六項性狀在不同期作下之特殊組合力效應。
●—●：異粒型，○—○：同粒型；S：春作，F：秋作，W：裡作

Fig. 2. The effect of crop seasons on SCA effect of six traits in maize.
Note: ●—●: DF, ○—○: DD(FF) S: Spring, F: Fall, W: Winter

討　論

玉米依粒型之特性，可分為馬齒種與硬粒種兩型，而有關型間雜交組合 F_1 之表現的研究已有許多報告。呂等[3]及[7]指出馬齒種同粒型組合一般具有較優異的子粒性狀；硬粒種同粒型組合，一般晚熟而株型高大；而異粒型組合則兼具兩同粒型之組合之長處，即植株及子粒性狀均較優。在臺灣[2,8]、美國[13]及拉丁美洲主要玉米生產國[26]均認為馬齒種×硬粒種之異粒型組合，可獲得最大的子粒產量；在義大利 Moreno-Gonzalez[17] 研究發現硬粒種同粒型比馬齒種同粒型及異粒型子粒產量低。而本試驗結果發現子粒產量在異粒型組合與硬粒種同粒型類似，但均大於馬齒種同粒型，主要係由於異粒型組合與硬粒種同粒型，親本之間親緣較遠，而馬齒種同粒型親本間親緣較近，致使硬粒種同粒型之 F_1 具有較佳的植株性狀，營養生長旺盛，乾物質生產量大，果穗比例較低；異粒型組合因兼具硬粒種優良之植株性狀及馬齒種之子粒性狀，同時具有較高的乾物質生產量，果穗百分比及脫粒率等，因此硬粒種同粒型組合與異粒型組合之 F_1 產量無顯著差異存在，但均比馬齒種同粒型高。在臺灣之栽培環境玉米雖全年可生長，但其生產季節分為春、秋及裡作三個季節，由於期作間生長之氣候環境不同，其子粒產量及農藝性狀有顯著差異。Sorrells *et al.*[24] 進行複穗產量指數（MEWI, multiple-ear-weight index）的遺傳分析，發現 MEWI 的大小因環境不同而有差異，而其差異與 GCA/SCA 比值有密切關係。本試驗影響子粒產量之基因作用型式，也發現由 GCA 及 SCA 共同控制，但 GCA/SCA 比值及 GCA 效應強度均呈現秋作＞裡作＞春作，顯示子粒產量在期作間表現的大小，可能與 GCA/SCA 比值及 GCA 效應之表現強度有密切關係。

衆所皆知作物之基因型與環境之交感作用，普遍存在於栽培作物中，在玉米也有類似現象[11,14,19]。而 Russell and Stuber[22] 指出玉米的 GCA 及 SCA 與環境均有交感作用。本試驗顯示粒型組合間與期作也有交感作用，子粒產量的表現在春作為異粒型＞硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型；秋作及裡作為硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型。在春作異粒型組合其一般營養性狀之株高及穗位高均較高且每穗子粒數、百粒重及脫粒率等較大，間接有利於異粒型子粒產量的發揮；又由各性狀之 GCA 及 SCA 之效應也可發現：在春作，馬齒種自交系的 GCA，除每穗子粒數、脫粒率為正效應外，其他性狀均為負效應；而硬粒種自交系則大部份為正效應。而雜交組合的馬齒種同粒型及硬粒種同粒型的 SCA，在株高、每穗子粒數、百粒重、脫粒率及子粒產量均為負效應；而異粒型則為相反現象，呈現正的效應。

玉米一般基因型的效應＝父本 GCA 效應＋母本 GCA 效應＋雜交組合之 SCA 效應（即 $Y_{ij}=g_i+g_j+S_{ij}$。由本試驗期作間 GCA/SCA 比值的變化，可看出整個玉米材料的子粒產量受 GCA 及 SCA 共同控制。在春作環境下，GCA/SCA 接近1，顯示 GCA 效應與 SCA 效應同等重要；而莊[7]春作之試驗發現，同粒型組合的基因表現呈現非累加性均方大於累加性均方；異粒型組合則以累加性之變方佔較重要。推測本試驗所使用之材料，在春作環境下，可能係因異粒型組合以硬粒型之 GCA 及 SCA 佔較大比例，且為正的效應；而硬粒種同粒型之 GCA 變方大於 SCA 變方，其 GCA 為正效應，而 SCA 為負效應；馬齒種同粒型之 GCA 及 SCA 則均為負效應，以致於子粒的表現為異粒型＞硬粒種同粒型≒馬齒種同粒型。在秋作及裡作環境下，硬粒種同粒型及異粒型均具有較高的株高、穗位高及每穗子粒數、百粒重較高，間接有利於子粒產量的表現。而由各性狀之 GCA 及 SCA 效應之綜合表現也可發現，馬齒種自交系的 GCA 除脫粒率為正效應外，其他性狀均為負效應，而硬粒種自交系的每穗子粒數、百粒重及子粒產量等均為正效應。同粒型雜交組合之株高、每穗子粒數、百粒重及子粒產量之 SCA 效應均為負效應；異粒型組合則正為效應。子粒產量在秋作及裡作環境之 GCA/SCA 比值均大於1，顯示整個材料以 GCA 效應佔較大比例[4]，而 Moreno-Gonzalez[17] 也認為三種粒型組合之遺傳成份均以 GCA 變方大於 SCA 變方。在秋作環

境下，可能因硬粒種同粒型之 GCA 爲正效應且佔較大比例，SCA 爲負效應但比例較小；異粒型之 SCA 爲正效應，而硬粒種的 GCA 爲正值，馬齒種的 GCA 爲負值，造成異粒型內之 GCA 有部份相互抵消其效應；馬齒種同粒型之 GCA 及 SCA 則均爲負效應。故子粒產量呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型。裡作子粒產量呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型，可能因硬粒種同粒型之 GCA 及 SCA 均方均達極顯著，而其 GCA 爲正效應，SCA 爲負效應，但以 GCA 均方所佔的比例較大，故基因型效應爲正值；異粒型組合僅 GCA 均方極顯著，而 SCA 未達顯著，使綜合表現呈現硬粒種同粒型≒異粒型＞馬齒種同粒型之趨勢。

引用文獻

1. 王強生、王碧玉、劉大江。1988。玉米對溫度與光週期之生長反應。中華農業研究37(4)：379—388。
2. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、何千里、謝光照。1989。單雜交玉米臺農一號之育成。中華農業研究38(1)：1—18。
3. 呂宗佳、謝光照、何千里、莊周瑞。1986。馬齒種及硬粒種自交系雜種優勢及組合力之全互交分析。中華農業研究 35(2)：145—164。
4. 林順福、陳成。1986。玉米主要農藝性狀組合力之研究。中華農學會報 新 136：6—14。
5. 洪梅珠、涂勳、曾富生。1984。玉米產量形成過程在春秋期作之變異。中華農學會報 新125：61—70。
6. 范明仁。1987。玉蜀黍光合成物質生產與分配。國立臺灣大學農藝研究所博士論文。
7. 莊周瑞。1989。玉米硬粒型與馬齒型種源雜交種遺傳及生育特性之研究。國立中興大學糧食作物研究所博士論文。
8. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。1986。單雜交玉米臺農三五一號之育成。中華農業研究35(1)：11—22。
9. 盧淑華。1985。不同期作下光合產物供源、積儲和營養要素的分配與玉米產量的關係。國立中興大學糧食作物研究所碩士論文。
10. 謝光照、曾富生。1993。玉米子粒產量及農藝性狀在期作與不同粒型組合之變異。中華農業研究42(4)：337—347。
11. Geadelman. J. L. and R. H. Peterson. 1978. Effects of two yield component selection procedures on maize. Crop Sci. 18: 387—390.
12. Griffing. B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9: 463—493.
13. Hallauer, A. R. and D. Malithano. 1976. Evaluation of maize varieties for their potential as breeding populations. Euphytica 25: 117—127.
14. Kang, M. S. and D. P. Gorman. 1989. Genotype×environment interaction in maize. Agron. J. 81: 662—664.
15. Mariani, G. and E. Desiderio. 1975. Grain yield and prolificacy. 2. A diallel analysis of eight inbred from the O. P. variety Nostrano Dell'isola at two densities. Maydica 20: 95—110.
16. Melchinger, A. E., H. H. Geiger and F. W. Schnell. 1986. Epistatis in maize (*Zea mays* L.) II. Genetic effects in crosses among early flint and dent inbred lines determined by three methods. Theor. Appl. Genet. 72: 231—239.
17. Moreno-Gonzalez, J. 1988. Diallel crossing system in sets of flint and dent inbred lines of maize (*Zea mays* L.). Maydica 33: 37—49.
18. Moreno-Gonzalez, J. and J. W. Dudley. 1981. Epistasis in related and unrelated maize hybrids. Crop Sci. 21: 644—651.
19. Pollmer, W. G., D. Klein and B. S. Dhillon. 1979. Differences in reciprocal crosses of maize inbred lines diverse for protein content. Euphytica 28: 325—328.
20. Rojas, B. A. and G. F. Sprague. 1952. A comparison of variance components in corn yield trials: III. General and specific combining ability and their interaction with locations and years. Agron. J.

44: 462—466.

21. Rood, S. B. and D. J. Major. 1981. Diallel analysis of leaf number, leaf development rate and plant height of early maturity maize. Crop Sci. 21: 867—873.

22. Russell, W. K. and C. W. Stuber. 1985. Genotype×photoperiod and genotype×temperature interactions for maturity in maize. Crop Sci. 25: 152—158.

23. Schnell, F. L. and I. S. Singh. 1978. Epistasis in three way cross of cron (*Zea mays* L.). Crop Sci. 18: 504—507.

24. Sorrells, M. E., H. Lonnquist and R. E. Harris. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. Crop Sci. 19: 301—306.

25. Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandey, H. S. Cordova, G. C. Han and F. Gonzalez. C. 1992. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. Maydica 37: 259—270.

26. Wellhausen, E. J. 1978. Recent development in maize breeding in the tropics. *In:* Maize Breeding and Genetics. Walden, D. B.(ed) pp. 59—84. Willy, New York.

27. Wu, G. H. 1987. Analysis of gene for three quantitative characters at different development stages in maize. Acta Genetica Sinica 14: 363—369.

Effects of Crop Seasons on Combining Ability Perform ance of Grain Yield and Agronomic Traits with Respect to Combinations between Different Kernel Type in Maize[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

A half diallel set of four flint and four dent inbred lines of maize was evaluated in spring, fall and winter crop seasons for high grain yield potential in Taiwan. The results were summarized as follows.

In the spring crop season, dent×flint crosses had more kernel number of perear, larger 100-kernel weight and shelling rate, so that grain yield of dent×flint crosses were significantly higher than the crosses of flint×flint or dent×dent. No significant difference was found between flint×flint and dent×dent. In the fall and winter crop seasons, no significant difference in grain yield was observed between dent×flint and flint×flint crosses, but flint ×flint and dent×flint crosses had more ker nel number of per ear and larger 100-kernel weight, so that yielded significantly more grains than dent×dent crosses.

The mean squares of combining ability analysis were significant about general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) for most traits in spite of spring, fall and winter crop seasons. Additive variance (GCA) was larger than non-additive variance (SCA) for all traits. It suggests that inheritance of all traits was predominantly additive in maize, however, the ratio of GCA/SCA should be affected by planting seasons. The comparison of GCA effects in dent and flint inbred lines showes that flints were positive effects, and dent inbreds were negative effects in most traits. In the F_1 hybrids, dent×dent and flint× flint crosses had similiar SCA effects of response intensity. SCA effects were predominantly positive in dent×flint crosses and negative in dent×dent and flint×flint crosses for most traits in all crop seasons. The response intensity of GCA and SCA effects were also affected by planting seasons. The response pattern of GCA and SCA effects were different for single characters.

Key words : Kernel type, Flint, Dent, General combining ablilty, Specific combining ability.

---

1. Contribution No. 1689 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung-Hsien, Taiwan, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：370～379（1993）

薑黃之生長與發育

II.氮鉀肥用量對生育、產量及品質之影響[1]

邱善美　呂秀英　劉慧瑛[2]

摘要：本試驗以三種氮（0、90及180 kg N／ha）與鉀（0、100及200 kg K_2O／ha）肥用量之不同處理組合，配合磷肥單一用量（40 kg P_2O_5／ha），於1990及1991年栽培薑黃大黃種，以瞭解不同氮鉀肥用量對植株生育及根莖產量和品質之影響。施用氮鉀肥能促進薑黃葉鞘出土後80天之株高、葉長、葉寬及葉數等農藝性狀表現，除葉數呈極顯著之 N×K 交感效應外，其他性狀無交感存在。於生育後期（葉鞘出土後140天）進行調查，則施用氮鉀肥僅對株高、葉長及分枝數有增加的效果，而鉀肥可促進分株數；除葉寬外，其他農藝性狀均未顯示顯著之 N×K 交感效應。在根莖產量方面，不論以鮮重或乾重爲基準，均隨氮肥用量增加而提高，薑黃素含量亦以施用氮肥處理較未施氮肥者爲高；鉀肥用量對根莖量及薑黃素含量似無顯著影響。在成分組成方面，根莖粗脂肪及游離糖含量受鉀肥用量之顯著影響，以施用100 kg K_2O／ha 處理之脂肪含量最高，游離糖含量則以100或200 kg K_2O／ha 處理高於不施用鉀肥處理。灰分含量因施用氮肥反有下降趨勢；P 與 K 含量以不施氮肥處理高於施氮肥處理，施用鉀肥則可提高根莖中 K 之含量。

關鍵詞：薑黃、氮肥、鉀肥、薑黃素、化學組成。

在食品中添加色素或辛香佐料，爲烹調藝術重要的一環，其中尤以食品及飲料加工業使用最爲廣泛。自人工色素可能嚴重爲害人體健康，開發植物性天然色素的需求因此極受重視[2]。薑黃（*Curcuma aromatica* Salisb.）之根莖含有薑黃素（curcumin），爲重要的天然食用黃色素植物，性喜高溫，除多濕低窪地區較不適宜種植外，對土壤的選擇並不嚴格。據 Singh and Randhawa（1985）之報告，此類辛香作物在印度的栽培面積即高達77,400公頃[7]，具有極高的經濟價值。

影響薑黃根莖內薑黃素含量的因素很多，其中以品種及栽培環境最爲重要。蔡和陳（1975）以五個國外引進品種爲材料，測定薑黃素含量，結果顯示在五個不同來源的品種中，薑黃素含量分布於1.5～5.4%之間，以印尼品種含量最高，泰國品種最低[3]。本所曾以國內最普遍栽培之薑黃大黃種爲材料進行分析（邱等，1993）發現母莖薑黃素含量最高，高次位分生子莖的薑黃素含量最低，亦即愈早形成之根莖，其品質愈佳，但分析所有材料之薑黃素含量，最高者亦僅爲0.55%，遠低於蔡與陳（1975）之報告[1]。在肥料用量對薑黃素含量的影響方面，相關研究報告較爲少見，Ramakrishna and Rao（1978）指出增加氮肥與鉀肥用量，具有增加鬱金（*Curcuma longa* L.）根莖產量的效應，但薑黃素含量反而降低[6]；但劉等（1974）在國內以鬱金爲材料進行肥料試驗，則指出施用鉀肥可提高薑黃素含量；兩項結論並不一致[4]，有待進一步試驗予以確定。本試驗係以本省薑黃大黃種爲材料，探討氮肥與鉀肥用量對生育性狀、根莖產量與品質之影響，俾供肥培管理之參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1690 號。
2. 本所農藝系研究員、副研究員與農業化學系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

本試驗於1990～1991年連續二年在本所農場進行，1990年試驗之種植期爲3月27日，收穫期爲1991年1月21日；第二（1991）年之種植期爲4月19日，收穫期爲1992年1月20日。爲避免連作所導致之不良影響，試驗田曾更換一次，在試驗進行前均採取土壤樣品送請本所農業化學系分析土壤肥力。第一年使用田區之土質爲坋質壤土，pH 值6.0，含有機質1.6%，有效性磷12.3ppm，有效性鉀112.4 ppm，硝酸態氮16.4ppm；第二年使用田區之土質亦爲坋質壤土，pH 值5.3，有機質含量1.4%，有效性磷11.3%，有效性鉀102.7ppm，硝酸態氮15.4ppm。

供試材料爲薑黃大黃種；田間採用完全逢機區集設計，試區行長6m，行株距60×30㎝，每行種植20株，小區爲5行區，計100株，重複四次。磷肥用量爲40 kg P_2O_5／ha，各處理用量相同。氮肥與鉀肥用量各分爲三個變級，氮肥用量爲0、90及180 kg N／ha，分別以 N0、N_1 及 N_2 表示，鉀肥用量爲0、100及200 kg K_2O／ha，分別以 K_0、K_1 及 K_2 代表之，合計九個處理組合。磷肥（過磷酸鈣）之全量及氮肥（硫酸銨）與鉀肥（氯化鉀）之三分之一量在種植前一天施用爲基肥，其餘肥料平均分二次於葉鞘出土後25天及60天各施一次爲追肥，同時行中耕除草及培土，並視需要行畦面淹水灌溉。

於葉鞘出土後80天及140天，分別調查各試區中間行10株之葉長、葉寬、葉數、株高及分株數等生育性狀。植株倒伏枯萎後，收穫中間行20株之根莖以計算產量，根莖鮮重之測量係將收穫之根莖於洗淨泥土雜物及陰乾後秤量而得，乾重係將根莖經80°C烘乾72小時以上至完全乾燥後秤量之，隨後予以磨粉，供爲成分分析材料。

粗蛋白質含量分析以 semi－micro Kjeldahl 法測定全氮含量，而以 N%×6.25表示之。粗脂肪以 Soxhlet 裝置使用乙醚抽出18小時後定量。游離糖測定係將樣品以50倍之80%乙醇加熱（80～85°C）迴流30分鐘，連續進行四次，經玻璃棉過濾後，以酚一硫酸法測定糖含量（Pruthi, 1980），而以葡萄糖爲標準[5]。粗澱粉係將樣品以0.75N 鹽酸加熱（100°C沸溶）迴流2小時水解澱粉後，用水洗滌殘渣，並與水解液合併，經 Whatman GF／A 玻璃棉濾紙過濾，以酚一硫酸法（Pruthi, 1980）測定全糖含量[5]，以葡萄糖爲標準，將總糖量減去游離糖含量後之數值乘以0.9，即爲粗澱粉含量。灰分係將樣品於600°C灰化後測定。礦物質組成分析以樣品先經高溫灰化，以3N HCl 溶解及以蒸餾水稀釋後，用感應耦合電漿一原子發光光譜儀（Jobin Yvon 38 Type III inductivity coupled plasma－atomic emission spectrophotometer）測定 P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu 及 Zn 含量。以火焰光度計（Corning model 400 flame photometer）測定 Na 及 K之含量。薑黃素係依據蔡和陳（1975）之方法，將樣品以95%乙醇萃取至抽出液不再呈黃色後，測定液在430 nm 之吸光度，而以 Sigma 公司 C～1386薑黃素爲標準換算之[3]。

以上各項測定及分析結果，均重複四次，並進行變方分析及以鄧肯氏多變域法比較各處理間之差異顯著性。

結果與討論

試驗進行期間（1990～1991）之氣象資料列於表1（本所農業氣象研究室提供），1991年3至9月間之平均氣溫略高於1990年同期之氣溫；月平均降雨量除1991年7、10、11及12月較1990年同期爲多（分別增加180、34、26及40mm）之外，其他各月份均相近或較少；而1991年4至8月間每月日照時數亦較1990年同期爲多（分別增加60.0、24.8、30.1、29.6及46.0hr），其他各月份則較少。換言之，在薑黃生育前期，1981年似較1990年獲得較高之氣溫、較多的日照及較少的雨量，生育後期則反之。

表1. 薑黃大黃種生育期間之月平均氣溫、降雨量及日照時數 (1990～1991)

Table. 1. Monthly mean temperature, precipitation, and sunshine duration during the growth period of turmeric plants cultivated at TARI in 1990～1991

Month	Temperature (°C)		Precipitation (mm)		Sunshine duration (hr)	
	1990	1991	1990	1991	1990	1991
1	16.0	16.6	22.0	26.0	167.5	190.0
2	18.0	17.0	57.5	15.5	168.8	162.9
3	18.7	20.9	60.5	19.0	188.8	173.6
4	21.5	22.9	52.3	47.0	89.2	149.2
5	24.8	25.8	44.0	40.5	128.6	153.4
6	26.6	27.7	417.5	352.5	99.9	130.0
7	28.0	28.3	91.5	271.5	153.1	182.7
8	27.8	28.2	735.5	148.5	135.2	181.2
9	26.6	26.9	110.0	75.5	214.4	142.3
10	23.8	23.2	0.5	34.5	261.2	144.6
11	21.7	20.2	0	26.0	233.3	131.2
12	17.9	17.6	0.5	40.0	213.0	137.3

氮、鉀肥用量對薑黃植株初期生育性狀之影響

在葉鞘出土後第80天調查植株地上部農藝性狀，綜合兩年結果之變方分析資料列於表2。除分株數以外，各生育性狀之氮肥、鉀肥主效應均極顯著或顯著存在，即施用氮肥或鉀肥能影響薑黃植株地上部初期的生長與發育。在氮肥與鉀肥之交感作用方面，除對葉數有極顯著的效應外，於其他性狀並不存在，表示不同組合之氮鉀肥用量對薑黃大黃種的葉數影響有差異。

表2. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種初期 (葉鞘出土80天) 生育性狀之綜合變方分析 (1990～1991)

Table. 2. Combined analysis of variance on the agronomic characters of turmeric plants measured at 80 days after leaf－sheath emergence (1990～1991)

S. O. V.	D. F.	Mean Square				
		Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
Year (Y)	1	40.65	<0.01	0.41	0.101	0.045
Block/Y	6	30.69	10.41	1.77	0.321	0.040
N	2	771.36**	273.87**	18.55**	1.852**	0.439
K	2	415.06*	93.58*	9.59*	1.330**	0.151
N×K	4	75.85	25.79	4.58	1.864**	0.359
Y×N	2	15.79	1.01	0.06	0.001	0.024
Y×K	2	17.01	1.82	0.09	0.013	0.020
Y×N×K	4	8.25	0.70	0.06	0.014	0.007
Error	48	84.69	24.88	2.01	0.261	0.209

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較三種氮肥用量對薑黃植株地上部生育的影響 (表3) ，在 N_1 (90kg N／ha) 及 N_2 (180kg N／ha) 肥培環境下，株高、葉片長度及每株葉片數目等性狀之表現均顯著優於不施氮肥之 N_0處理，但 N_1 與 N_2 間無顯著差異存在，顯示氮肥能促進薑黃生育初期地上部的生長，但過量施用對株高、葉長及葉數等性狀並無效應。在葉片寬度方面，以 N_1 處理較 N_2 處理爲寬，兩者並均顯著超過 N_0 處理。分株數則未受氮肥用量之影響。

鉀肥用量對植株地上部生育的影響亦列於表3，K_1 (100 kg K_2O／ha) 及 K_2 (200kg K_2O／ha

）處理之株高均顯著優於不施鉀肥處理（K_0），葉長與葉寬呈現隨鉀肥用量提高而增進的趨勢，分株數亦未受鉀肥用量之影響。

表3. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育初期（葉鞘出土80天）生育性狀之影響（1990～1991）

Table. 3. Effects of levels of N and K fertilization on the agronomic characters of turmeric plants measured at 80 days after leaf-sheath emergence 1990～1991

Theatment[z]	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
N_0	71.0 b[y]	37.2 b	14.7 c	6.0 b	0.5 a
N_1	82.1 a	43.8 a	16.5 a	6.5 a	0.7 a
N_2	78.6 a	41.8 a	15.6 b	6.4 a	0.5 a
K_0	72.6 b	38.9 b	15.1 b	6.5 a	0.5 a
K_1	78.3 a	41.1 ab	15.4 b	6.3 ab	0.6 a
K_2	80.8 a	42.8 a	16.3 a	6.0 b	0.6 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N/ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O/ha, respectively. 40 kg P_2O_5/ha was used as basic dressing for all treatments.
y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

葉片數目爲唯一對氮、鉀肥交感作用呈顯著反應之植株性狀（表2），一般而言，每株葉片數目介於5.3～6.9之間，以 N_1K_1 處理之葉數最多（每株6.9葉），N_0 K_2 處理葉數最少（5.3葉）。在未施鉀肥（K_0）環境下，以 N_2 及 N_0 處理之葉數較 N_1 處理爲多，每株分別增加0.44及0.33葉；在 K_1 條件下，反而以 N_1 氮肥處理之葉數最多（6.9葉）；在高鉀肥用量（K_2）下，葉數則隨氮肥之增施有增加之趨勢。

氮、鉀肥用量對薑黃植株後期生育性狀之影響

表4資料爲葉鞘出土140天調查地上部性狀之綜合變方分析結果，由表中可知，株高、葉長及分株數之氮肥主效應皆極顯著，葉寬及葉數則未達顯著水準，顯示氮肥不僅影響初期株高及葉長生長與發育，同時也影響到後期之生育；而氮肥僅影響初期的葉寬及葉數（表2），對後期則無效果；反之，氮肥則對薑黃大黃種後期的分株數始有顯著的效應。鉀肥處理則僅對分株數呈現顯著之主效應，對其他生育性狀影響並不明顯。在 N×K 交感作用方面，除了葉寬呈極顯著之反應外，其他性狀皆無交感效應存在。

表4. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育後期（葉鞘出土140天）生育性狀之綜合變方分析（1990～1991）

Table. 4. Combined analysis of variance on the agronomic characters of turmeric plants measured at 140 days after leaf－sheath emergence (1990～1991

S. O. V.	D. F.	Mean Square				
		Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
Year (Y)	1	609.01	266.81	20.91	5.445**	40.951**
Block/Y	6	502.42**	53.24*	3.57**	0.541	0.510
N	2	2,160.69**	287.06**	0.56	0.352	2.194**
K	2	149.76	16.56	0.38	0.007	1.004*
N×K	4	36.00	8.75	1.65**	0.118	0.797
Y×N	2	74.51	0.17	1.80*	0.042	1.490**
Y×K	2	214.31	61.77*	1.68*	0.047	0.300
Y×N×K	4	25.41	4.68	1.42*	0.458	0.200
Error	48	80.70	14.22	0.41	0.312	0.287

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較不同氮肥用量對植株各生育性狀之影響（表5），施用氮肥（N_1 或 N_1）均較不施用氮肥（N_0）處理有較優之株高、葉長及分株數表現，而 N_1 及 N_2 間差異並不顯著；氮肥處理對植株葉片數目則沒有顯著的影響。在鉀肥用量對植株地上部生育的作用方面，表5資料顯示三個處理對株高、葉長及葉數等性狀均無顯著影響，施用鉀肥對薑黃生育後期分株數則具有增進效果。

表5. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種生育後期（葉鞘出土140天）生育性狀之影響（1990～1991）

Table. 5. Effects of levels of N and K fertilization on the agronomic characters of turmeric plants measured at 140 days after leaf－sheath emergence (1990～1991)

Theatment[z]	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf no. per plant	Branch no. per plant
N_0	132.6 b[y]	63.9 b	17.5 a	10.4 a	2.1 b
N_1	148.4 a	69.5 a	17.6 a	10.5 a	2.6 a
N_2	149.5 a	70.3 a	17.8 a	10.7 a	2.7 a
K_0	140.9 a	67.0 a	17.5 a	10.5 a	2.3 b
K_1	143.6 a	68.2 a	17.6 a	10.5 a	2.6 a
K_2	145.9 a	68.6 a	17.8 a	10.5 a	2.6 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.

y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

薑黃葉片寬度之變域不大，介於17.0～18.2cm之間，但對氮、鉀肥交感作用呈現顯著反應。綜合兩年試驗結果，以 N_2K_1 處理之葉寬最大（18.2cm），而 N_0K_1 處理最小（17.0cm）。

氮、鉀肥用量對薑黃根莖產量之影響

由表6變方分析結果，得知不論係以鮮重或乾重表示之根莖產量，氮肥主效應皆達極顯著水準，亦即施用氮肥會影響根莖產量；鉀肥主效應則不顯著，顯示在本試驗條件下，施用鉀肥對薑黃大黃種之根莖產量助益不大。

表6. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖產量之綜合變方分析（1990～1991）

Table. 6. Combined analysis of variance on rhizome yield of turmeric cultivated at TARI in 1990～1991

S. O. V.	D. F.	Mean Square	
		Fresh weight	Dry weight
Year (Y)	1	2.027	1.356*
Block/Y	6	1.132	0.181
N	2	30.462**	2.521**
K	2	1.746	0.002
N×K	4	1.977	0.423*
Y×N	2	0.187	0.032
Y×K	2	0.017	0.009
Y×N×K	4	0.255	0.065
Error	48	0.821	0.124

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較不同氮肥用量對根莖鮮重之影響（表7），各處理間差異顯著，不施氮肥處理（N_0）之產量爲18.9 t／ha，N_1 及 N_2 處理分別爲22.8及25.0 t／ha，亦即增施氮肥可以提高根莖產量，並以高氮肥用量之 N_2 處理效應最大。三個鉀肥處理的根莖鮮重產量介於21.4至23.1t／ha 之間，差異均未達顯著水準。

表7. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖產量（t／ha）之影響

Table. 7. Effects of levels of N and K fertilization on the rhizome yield (t/ha) of turmeric cultivated at TARI in 1990～1991

Theatment[z]	Rhizome yield	
	Fresh weitht	Dry weight
N_0	18.9 c[y]	5.0 c
N_1	22.8 b	6.1 b
N_2	25.0 a	7.0 a
K_0	21.4 a	6.1 a
K_1	22.2 a	6.1 a
K_2	23.1 a	6.1 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.
y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

根莖乾重對 N×K 交感作用呈現顯著反應（表6），於不同用量組合間比較，以 N_2K_2 用量組合對根莖乾重之效應最大，其次爲 N_2K_1 處理，而以 N_0K_2 之產量最低，亦即在高氮肥配合高鉀肥用量的條件下，最能提高薑黃大黃種的根莖乾物產量。

氮、鉀肥用量對薑黃根莖主要成分及礦物元素含量之影響

本項試驗係以1992年收穫之根莖爲分析材料，所得結果分別列如表8～11。依據表8之變方分析結果，薑黃素及灰分含量之氮肥主效應顯著，即施用氮肥可影響薑黃素及灰分之含量；粗脂肪及游離糖之鉀肥主效應顯著，顯示施用鉀肥對粗脂肪及游離糖含量也有影響。除粗脂肪含量對 N×K 交感作用有極顯著的效應外，其他成分並無交感效應存在。

表8. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖主要成分含量之變方分析（%，乾基，1991）

Table. 8. Analysis of variance of chemical composition of tumeric plants subjected to levels of N and K fertilization (%，dry basis, 1991)

S. O.V.	D. F.	Mean Square							
		Cucurmin	Crude protein	Crude fat	Sugar	Starch	Ash	Fiber	N.F.E.[z]
Block	3	0.07	0.590	0.106	0.393	17.012	0.489	0.06	0.155
N	2	0.019**	4.338	0.556	1.276	17.250	1.056*	0.66	4.102
K	2	0.0088	0.528	1.307**	18.643*	7.955	0.030	0.925	0.656
N×K	4	0.002	3.048	0.957**	10.128	15.162	0.351	0.217	3.036
Error	24	0.003	1.671	0.219	4.596	12.291	0.174	0.361	1.537

z N. F. E. : nitrogen－free extract.
* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較氮、鉀肥各三種不同用量對薑黃大黃種根莖主要成分含量之影響，結果列於表9。就氮肥效應而言，在所分析之八種成分中，粗蛋白、粗脂肪、游離糖、澱粉、纖維及無氮抽出物的含量均無差異，薑黃素含量以 N_1 及 N_2 處理顯著高於 N_0 處理，但 N_1 及 N_2 之間並無顯著差異存在，灰分含量則隨氮肥用量增加而降低。在鉀肥的效應方面，粗脂肪含量以 K_1 高於 K_2 及 K_0 處理，又以 K_2 處理之含量最低；游離糖以 K_1 及 K_2 之含量較 K_0 爲高；其他六項成分均未顯現鉀肥處理之效應。本試驗結果顯示施用氮肥有助於提高薑黃根莖內薑黃素之含量，但與施用量90 kg N／ha 比較，180 kg N／ha 處理並無助於繼續提升薑黃素含量；另一方面，在本試驗條件下，鉀肥用量對薑黃素之含量似無影響。

表9. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖主要成分之影響（%，乾基，1991）

Table. 9. Effects of N and K fertilization on the chemical composition of turmeric cultivated at TARI in 1991 (%, dry weight basis)

Theatment[z]	Cucurmin	Crude protein	Crude fat	Sugar	Starch	Ash	Fiber	N.F.E.[y]
N_0	0.40 b[x]	6.2 a	4.1 a	14.5 a	46.2 a	7.5 a	4.6 a	77.6 a
N_1	0.48 a	6.6 a	3.9 a	15.0 a	48.5 a	7.1 b	4.5 a	78.0 a
N_2	0.47 a	7.4 a	4.4 a	15.1 a	46.7 a	7.0 b	4.4 a	76.8 a
K_0	0.48 a	6.9 a	4.0 b	13.4 b	47.9 a	7.1 a	4.5 a	77.4 a
K_1	0.43 a	6.8 a	4.5 a	15.5 a	46.3 a	7.2 a	4.2 a	77.3 a
K_2	0.44 a	6.5 a	3.9 b	15.7 a	47.1 a	7.2 a	4.8 a	77.7 a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K_0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.
y N. F. E.：niteogen－free extract.
x Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

以乾種爲基準分析薑黃根莖內的粗脂肪含量，介於3.5～5.5%之間，此一性狀並對N×K 交感作用呈現極顯著反應（表8）。在氮、鉀肥用量的九種組合中，以 N_2K_1 處理的含量最高，爲5.5%，其他組合的含量變域較小，約爲3.5%至4.5%。

根莖內礦物元素含量之變方分析結果列如表10。P、K、Mn 及 Cu 含量之氮肥主效應均極顯著或顯著，顯示施用氮肥對 P、K、Mn 及 Cu 之含量有所影響。而 K、Cu 及 Zn 含量之鉀肥主效應極顯著。至於 N×K 之交感作用，僅有 K 含量呈極顯著效應，在各處理組合中，以 N_0K_0 肥培下之 K 含量最高，N_0K_0 最低。

表10. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之變方分析（mg/100g，乾基，1991）

Table. 10 Analysis of variance of mineral concentrations (mg/100g, dry weight basis) in tumeric rhizomes subjected to levels of N and fertilization (1991)

S.O.V.	D.F.	Mean Square								
		P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
Block	3	1,431	26,541	231	47	72.0	91.9	2.14	0.21	1.25
N	2	17,552**	111,266*	589	190	38.8	39.9	14.18*	1.00*	2.96
K	2	1,009	416,846**	395	1,088	42.2	82.2	1.47	2.36**	7.43**
N×K	4	1,743	272,048**	186	1,074	43.3	24.2	9.32	0.22	1.40
Error	24	1,638	22,734	209	1,029	109.1	43.7	4.37	0.25	1.06

* and ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

比較氮、鉀肥不同用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之影響，結果列於表11。在所測定的九種元素中，K 含量最高，P、Mg、Ca、Na 及 Fe 含量依序次之，Mn、Cu 及 Zn 含量甚微。如以mg／100g dry matter 單位表示，P 與 K 之含量均以 N_0 處理最高，分別爲468.2及2,562，且 N_1 處理之 P 含量又高於 N_2 處理，顯示增施氮肥有降低根莖 P 和 K 含量之效應。施用重氮肥（N_2）也有降低 Mn 與 Cu 含量的趨勢，但 Ca、Mg、Na、Fe 及 Zn 含量則不受氮肥用量處理之影響。

表11. 氮、鉀肥用量對薑黃大黃種根莖礦物元素含量之影響（mg／100g，乾基，1991）

Table. 11 Effects of levels of N and K fertilization on the concentrations of mineral elements in turmeric rhizomes cultivated at TARI in 1991 (mg／100g, dry weight basis)

Treatment[z]	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Cu	Zn
N_0	408.2a[y]	2,561.8a	95.8a	232.0a	77.4a	20.7a	3.4ab	1.0ab	1.9a
N_1	427.1b	2,497.2ab	88.2a	229.3a	74.6a	19.9a	4.9a	1.2a	2.7a
N_2	391.8c	2,372.3a	81.8a	237.1a	74.1a	17.2a	2.8b	0.7b	1.9a
K_0	439.3a	2,268.8c	93.9a	243.7a	77.3a	20.8a	3.3a	0.8b	1.7b
K_1	425.8a	2,504.0b	82.5a	228.7a	75.3a	16.2a	3.8a	0.7b	1.7b
K_2	421.8a	2,658.4a	89.3a	226.0a	73.5a	20.8a	4.0a	1.5a	3.1a

z N rates for N_0, N_1, and N_2 are 0, 90, and 180 kg N／ha, respectively; K rates for K0, K_1, and K_2 are 0, 100, and 200 kg K_2O／ha, respectively. 40 kg P_2O_5／ha was used as basic dressing for all treatments.

y Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

在鉀肥效應方面，P、Ca、Mg、Na、Fe 及 Mn 含量亦不受鉀肥用量影響，但 K、Cu 及 Zn含量則均以 K_2 顯著高於 K_1 及 K_0 處理，顯示施以高量 K 肥，對薑黃根莖內 K、Cu 及 Zn 含量有增加效果（表11）。

綜合本試驗各項結果，在薑黃根莖產量及薑黃素含量對肥料之反應方面，可供參考的文獻不多。在本試驗條件下，不論以鮮重或乾物重表示根莖產量，主要受氮肥用量之影響，亦即增施氮肥具有增產效果，而單獨增施鉀肥對根莖產量的助益不大（表7）。至於不同肥料用量組合，以 N_2K_2 處理對根莖乾物重的效用最高，次爲 N_2K_1 組合，換言之，在適當的氮、鉀肥用量組合下，才有可能獲致最高的產量。薑黃素含量以 N_1 及 N_2 處理顯著高於 N_0 處理，唯 N_1 及 N_2 處理間並無顯著差異，顯示氮肥用量達180 kg N／ha 時，對繼續提升薑黃素含量已無作用，而鉀肥對薑黃素含量似無影響（表9）。劉等(1974)指出施用氮、鉀肥除能影響印度鬱金（*C. longa*）的株高及分支數外，增施鉀肥並可提高薑黃素含量[(4)]，與本試驗的結論並不完全相同；但 Ramakrishna and Rao（1978）以高肥料用量（N=250，312.5及375 kg／ha; K_2O=137.5，187.5及237.5 kg／ha; P_2O_5=125，175及225 kg／ha）栽培印度鬱金，發現增施肥料具有增加根莖產量之效應，但降低其薑黃素含量[(6)]。綜合上述試驗結果，增施氮肥確可提高根莖產量，但鉀肥用量對薑黃素含量的效應並不一致，是否爲使用品種有異所導致之結果，值得注意。至於在高肥料用量環境下，薑黃素含量反而降低的原因，可能爲增施肥料導致植株地上部生育過爲繁茂，甚至可能產生徒長及倒伏現象，影響根莖內薑黃素合成，有待進一步探討。薑黃根莖產量及品質除受生育環境影響外，品種優劣亦極爲重要，國內所蒐集鬱金品種的薑黃素含量分佈於3.03～3.32%之間，並不遜於印尼及泰國品種(蔡與陳，1975)[(3)]，或有加以開發利用的價值；今後除應繼續引種，並有必要加強栽培及加工試驗，以供爲發展本省天然食用色素之參考。

引用文獻

1. 邱善美、劉慧瑛、朱戩良。1993。薑黃之生長與發育 I. 根莖之形成及各次位分生子莖之成分分析。中華農業研究 42：154～161。

2. 陳雪娥、蔡平里。1975。園藝作物天然色素之研究III.鬱金色素之性質及其利用。中國園藝 21：242～248。

3. 蔡平里、陳雪娥。1975。園藝作物天然色素之研究II.鬱金色素之抽取和不同品種間含量之分析。中國園藝 21：79～82。

4. 劉連勝、楊永裕、徐原田。1974。氮、磷、鉀三要素對印度鬱金產量及薑黃素含量之影響。農業研究 23：284～

291。

5. Pruthi, J. S. 1980. Spices and Condiments: Chemistry, Microbiology, and Technology. pp. 152～169. Academic Press, New York.
6. Ramakrishna R. and R. Rao. 1978. Effect of N, P, and K fertilization on curing percentage and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.) .Indian J. Hort. 35：143～144.
7. Singh, S. and G. S. Randhawa. 1985. Effect of intercropping and mulch on yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) . Proc. Vth ISHS Symp. Medicinal and Aromatic Spice Plants. pp. 183～185. Darjeeling, India.

The Growth and Development of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) Plants.

II. Effects of N and K Fertilization on Plant Growth and Rhizome Yield and Quality[1]

Shan-Mei Chiu, Hsiu-Ying Lu and Huey-Ing Liu[2]

Summary

Three levels each of N (0，90，and 180 kg N/ha for N_0, N_1, and N_2, respectively) and K (0，100，and 200 kg K_2O/ha for K_0, K_1, and K_2, respectively) fertilizers were tested in combination along with a fixed reate of P fertilizer (40 kg P_2O_5/ha) for their effects on the growth and rhizome yield and quality of *Curcuma aromatica* Salisb. Experimental results indicated that application of N and K fertilizers facilitated the development of plant height and leaf length and width measured at 80 days after the emergence of leaf sheath. Significant effect of N×K interaction was recorded on leaf number only. Investigation at 140 days after the emergence of leaf sheath indicated that N and K fertilization promoted the development of plant height, leaf number, and branch number. Effect of N×K interaction was significant on leaf width only. Rhizome yield on either fresh or dry weight basis was higher for N_2 than for N_1 and N_0 treatments. N fertilization also increased curcumin content in the rhizomes. No significant effect of K fertilization on the yield and curcumin content of the rhizomes was observed. However, K fertilizer showed marked effect on the crude protein and soluble sugar contents. Crude protein content was highest for K_1 while soluble sugar content was highest for both K_1 and K_2 treatments. Ash content tended to decrease with increasing N fertilization. Contents of P and K were higher for N_0 than for other N treatments. Increasing K fertilizer resulted in higher K content in the rhizomes.

Key words : Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) , N and K fertilization, Curcumin, Chemical composition.

---

1. Contribution No. 1690 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, senior agronomist and statistician, Department of Agronomy, and agricultural chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(4)：380～386 (1993)

不同栽植期對鳳梨'臺農四號'果實形狀與品質的影響[1]

張 清 勤[2]

摘要：本試驗爲探討'臺農四號'鳳梨不同種植期，對於春果形質之影響，以供改善塔形果之參考。試區於1989年8月整地規劃，9月15日種植，嗣後按計畫預定栽植期每月15日種植一次，至90年4月15日全試區種植完竣，於90年9月20日以電石水催花促進生產春果。結果顯示植株發育隨種植期的提早而增加，亦即栽植愈早，植株發育愈佳。平均果重、果長及小果數等果實特性也因栽植期的提早隨之提高，果實糖度各處理間未有顯著差異，但酸度隨種植期的提早略有減低趨勢，糖酸比也因而略爲提高。正常果形（圓筒形）生產率卻隨種植期的提早而減少；相反塔形果發生率隨栽植期的提早遞爲增加。依本試驗結果以11月15日至翌年2月15日種植較爲合適，能合乎日本外銷市場的規格要求。

關鍵詞：鳳梨臺農四號、塔形果、栽植期、果形、品質。

'臺農四號'鳳梨因果皮鮮黃、美觀、肉質細密、纖維細、糖度高、香味濃，並具剝食之特殊吃法[3,4,7,11,13,14]，頗獲消費者喜愛。自民國69年推廣後栽培面積，每年大幅的增加，迄至民國76年栽培面積已達800公頃，生產果實多數以生果外銷日本，出口量達7,084公噸，計值5,366千美元，佔該年生鮮鳳梨出口總值之93.2%[3,7]，爲我國目前前主要外銷水果之一。惟'臺農四號'鳳梨爲具許多小果的品種[4,11,13]，每年3、4月間生產之果實多「塔型果」[14]，果大達2公斤以上，但果形不整，頂端三分之一部分的小果發育尚未成熟，酸味高，品質差，影響日本市場銷售。據臺灣省青果運銷合作社及大多數的出口商反應表示，在日本市場以8粒一箱10公斤裝最受歡迎，亦即每粒果重在1.2至1.5公斤者，果形美觀，品質優，銷售最佳。筆者1978年從事鳳梨植株大小對電石和 NAA 催花處理效果及果實品質影響之研究，發現平均果重小果數等特性與處理時植株大小成正比關係[12]，據黃氏等多位專家的研究，認爲鳳梨植株發育愈佳，催花後果目數、果高及平均果重愈大[1,5,8,9,10,15,16]。於是鳳梨催花處理時植株大小控制在合理程度範圍，才是生產理想果實的關鍵所在。雖然影響植株大小因素甚多，但在正常管理情形下，以不同種植期影響最大[1]。故本試驗擬先就不同種植期，探討同在九月間催花處理，所生產果實形質之關係，藉以尋求生產果形端正，合乎外銷標準的栽培技術，以供推介果農應用。

材料與方法

本試驗所採用種苗係就當年八月間收穫之'臺農四號'鳳梨苗，選取等大之裔芽，經47%巴拉松乳劑(Ethyl Parathion)2,000倍加50%蓋普丹（captan）400倍侵漬後，排放於事先經過鬆土及上述

---
1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1691 號。

2. 本所嘉義農業試驗分所副研究員。臺灣省 嘉義市。

藥劑噴灑過的園地畦上貯存，以供栽植。種植期自九月中旬至翌年四月中旬，每月中旬栽植一次，計8種不同栽植期，二重覆，共16小區，採逢機完全區集設計。小區面積4.5公尺×6公尺＝27平方公尺，栽植3畦6行，畦距100公分，行距50公分，株距30公分，每行20株，計120株，全部試區共栽植2,160株。本試驗於1989年8月整地規劃，9月15日起種植，嗣後依計畫預定栽植期每月15日種植一次，迄至90年4月15日全試區栽植完竣。肥料施用自種植至採收以氮、磷、鉀，每株16：4：16公克標準，在種植前整地時將氮肥的30%，磷肥100%，鉀肥50，施於行間土壤作爲基肥，並覆蓋黑色 PE 塑膠布。剩餘肥料分三次於90年6月、9月及開花後施用，並於當年9月20日進行1%電石水催花處理，促進生產春果，其他管理按現行方法施行。

結　　果

一、各處理對植株生育之影響：

植株生育調查係於1990年9月18日，即催花處理前兩天進行，每小區隨機調查40株，著重株高、最長葉長與葉寬、葉片數，結果如表一。

表1.　各處理植株生長比較

Table 1. The comparison of the growth of pineapple plants transplanted in different time

Time of planting	Plant height	Leaf length	Leaf width	No. of leaf
Sep.	87.8 a^z	79.6 a	5.2 b	34.9 ab
Oct.	87.7 a	80.3 a	5.3 ab	35.4 a
Nov.	79.9 b	75.9 b	5.5 a	33.0 b
Dec.	74.1 c	71.7 c	5.5 a	29.3 c
Jan.	72.4 c	71.1 c	5.4 ab	26.2 d
Feb.	73.1 c	69.8 c	5.5 a	28.1 cd
Mar.	66.3 d	64.6 d	5.5 a	24.0 e
Apr.	59.5 e	61.1 e	5.2 b	22.2 e

z The same letters in the same column mean that there is no difference at 5% significant level.

由表1結果顯示，不同栽植期之鳳梨植株高度、葉片長度及葉片數，均隨種植期之提早表現愈優，其中以9月中旬及10月中旬種植者，株高分別爲87.8及87.7公分，葉長爲79.6及80.3公分，葉片數爲34.9及35.4片，均顯著或極顯著的優於11月中旬以後種植之各處理。其次爲11月中旬種植者，株高爲79.9公分，葉長75.9公分，葉片數33片，發育雖較前兩處理爲差，但顯著的優於12月中旬以後種植者。再次者爲12月中旬、1月中旬、2月中旬等三種種植期，其株高依序分別爲74.1、72.4及73.1公分，葉長分別爲71.7、71.1及69.8公分，葉片數分別爲29.3、26.2及28.1片；而以3月中旬及4月中旬種植者發育最差，其株高分別爲66.3公分及59.5公分，葉長爲64.6公分及61.1公分，葉片數爲24片及22.2片，均顯著或極顯著的低於其他處理區。至於不同種植期處理間之葉寬，除最早種植區（9月中旬）及最晚種植區（4月中旬）兩者，其葉寬依序分別爲5.2公分及5.2公分，較其他處理略差外，各處理間殆無顯著差異。

二、不同栽植期對平均果重與果實特性之影響：

本試驗在果實成熟採收時按株個別秤重，並測量果長、果寬、小果數，所得結果得知，不同種植期處理間平均果重、果長、果寬及小果數，均隨栽植期的提早而增加。就平均果重而言，以9月間種植者爲1,506公克最高，其次依序爲10月、11月、12月、1月及2月種植等處理，其平均果重在1,440公克至1,279公克之間；而以3月及4月種植者，依序分別爲956公克及748公克最輕。經統計結果除3月及4月種植者，其平均果重顯著的低於2月以前各月種植者外，其他各處理間均未有顯著差異（如表2）

。又各處理間之果實特性，經調查結果，果長以9月及10月種植者，分別爲18.5cm及16.9cm，顯著的高於其他處理，其次依序爲11月、12月、1月及2月種植者，其果長在16.4cm至15.2cm之間；而以3月及4月種植者，分別爲12.7cm及11.0cm，有極顯著的較低趨勢。各處理間之果寬爲12.3cm及10.9cm之間，除3月及4月種植者有顯著較低外，其他各月栽植者未有顯著差異。至於小果數以9月種植者186.7個，顯著或極顯著的高於其他種植期。其次10月及11月種植者，小果數分別爲158.2及139.9個，再次者依序爲12月、1月、2月及3月種植者，其小果數在126個至98.3個之間；而4月種植者，其小果數僅57.2個，極顯著的低於其他栽植期。由上述數據顯示，延緩種植期，因生育期短，植株無法充分發育，生產果實小、果目數少、果重較輕。

表2. 不同種植期對平均果重及果長、果寬、小果數等之差異比較

Table 2. The influence of different planting time on the average fruit weight, fruit length, fruit width, and the number of fruitlets.

Time of planting	fruit weight	Length of fruit	Width of fruit	No. of small fruit
Sep.	1,506 a[z]	18.5 a	11.9 ab	186.7 a
Oct.	1,440 a	16.9 a	12.3 a	158.2 b
Nov.	1,393 a	16.4 b	12.3 a	139.9 bc
Dec.	1,310 a	15.5 b	12.2 ab	126.0 cd
Jan.	1,286 a	15.3 b	12.1 ab	106.7 d
Feb.	1,279 a	15.2 b	12.1 a	100.4 d
Mar.	956 b	12.7 c	11.6 b	98.3 d
Apr.	748 b	11.0 d	10.9 c	57.2 e

z The same letters in the same column mean that there is no difference at 5% significant level.

三、不同種植期對果實糖度及酸度之影響：

在鳳梨成熟時，每小區隨機採取10個果實樣本，經壓榨成汁，分別以屈折計（Refractometer）及酸鹼滴定法，測定果實糖酸度之含量，結果如表3，各不同種植期處理間，糖度最高爲翌年4月栽植者16.8°Brix，最低爲11月栽植者15.5°Brix，其中除4月種植者顯著較高外，其他各植期未有顯著差異。至於酸度，各處理間在0.7%至1%之間，以12月以前栽植者，酸度較低，翌年1月以後種植者酸度較高。經計算各處理糖酸比結果，10月及9月種植者最高，分別爲23.4及21.0；12月、4月及11月種植者，依序分別爲19.3、18.1及17.9居次；而1月、3月及2月種植者，依序分別爲17.2、16.7、16.4，顯著的較低，顯示糖酸比隨種植期的提早而增加。

表3. 不同種植期對於果實糖度及酸度之影響

Table 3. The influence of different planting time on the sugar and acid conents

Time of planting	sugar content	Acid content	Sugar/acid ratio
Sep.	15.8 b[z]	0.8 cd	21.0 ab
Oct.	16.2 ab	0.7 d	23.4 a
Nov.	15.5 b	0.9 abc	17.9 bc
Dec.	15.7 b	0.8 bcd	19.3 bc
Jan.	15.5 b	0.9 ab	17.2 c
Feb.	15.9 b	1.0 a	16.4 c
Mar.	16.2 ab	1.0 a	16.7 c
Apr.	16.8 a	0.9 ab	18.1 bc

z The same letters in the same column mean that there is no difference at 5% significant level.

四、不同栽植期對「塔形」果實產生之影響：

當鳳梨果實採收時，就其外表形狀概分正常果形（圓筒形）與塔形兩種，一一調查記載，計算其生產比率如圖1。

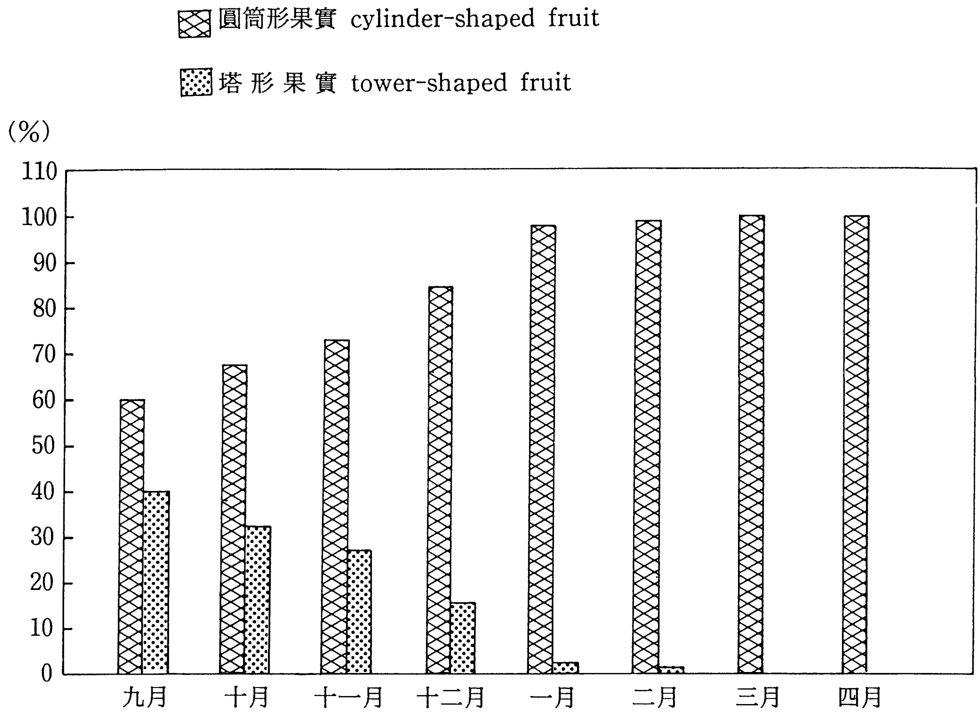

圖1. 不同種植期對正常果與塔形果的發生率比較

Fig. 1. The ratio of cylinder fruit and tower-shaped fruit produced by the plants of different planting time.

由圖1得悉，塔形果生產率以9月種植者達39.8%爲最高，其次依序爲10月、11月、12月種植者等處理；而以1月及2月種植者分別爲2.5及1.3最低，尤其3月及4月種植者，因生育期甚短，植株無法充分發育，生產果實小，且果目數少，完全不可能產生塔形果。就正常果（圓筒形）而言，則與塔形果相反，以9月種植者60.2%最低，其次依序隨種植期的延緩而遞升，而至翌年3月至4月種植者正常果形約爲100%，充分顯示塔形果生產率隨種植期的提早有顯著的增加，而正常果形即隨之減少，其原因蓋由於提早種植，鳳梨生長期長，催花處理當時植株高大，營養充裕，生產果實小果數增多、至成熟採收時果實頂端部分小果未能充分發育所致。

五、不同種植期對吸裔芽發生之影響：

吸芽與裔芽調查係於果實採收後一個月進行，茲將調查結果示如表四

由表4所示，鳳梨不同栽植期處理間，吸芽與裔芽發生數差異甚大，就裔芽而言，9月間種植者，裔芽發生數平均每株4.1枚爲最多，其次依序隨栽植期的延慢而遞減，而以翌年4月間種植者，平均每株0.3枚爲最少，各處理均有顯著差異。至於吸芽發生數，在不同種植期處理間，每株平均1.5枚至0.7枚。以12月以前各月種植者顯著多於翌年1月以後種植者，而以最遲種植之4月，平均每株發生0.7枚最少，顯示鳳梨種植期愈早，植株愈大，營養愈充裕，吸裔芽發生愈多且大；相反的種植期愈遲，植株細小，吸裔芽發生少且小。

表4. 不同種植期對吸裔芽發生之影響（每株平均）

Table 4. The influence of different planting time on the numbers of sucker and slip produced by the mature plants.

stem	different planting time							
	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.
Number of slip	4.1 a[z]	2.9 b	2.3 c	1.3 d	1.1 de	0.9 e	0.3 f	0.3 f
Number of sucker	1.4 abc	1.3 bc	1.5 a	1.4 ab	1.3 c	1.3 bc	1.0 d	0.7 e

z The same letters in the same column mean that there is no difference at 5% significant level.

討　　論

'臺農四號'鳳梨爲目前本省主要外銷水果，外銷旺季爲每年2至4月，所生產果實大且多「塔形」，品質差。除季節性影響外，似與催花處理當時植株過大有關，於是鳳梨催花處理時植株大小控制在合理程度，才是生產合適果實的關鍵所在。本研究即就不同種植期來探討對植株發育及生產果實形質之關係，以作爲改善塔形果之參考。結果顯示植株發育隨栽植期的提早而提高，不同種植期處理間以9月及10月種植者，株高、葉長、葉片數均最高，而以翌年3月及4月種植者最低，亦即栽植愈早，鳳梨生育期間愈長，植株生長愈高大。各不同種植期之平均果重、果長、小果數也隨栽植期的提早而增加，以9月種植者其平均果重、果長、小果數最高，而翌年3、4月種植者最低，10月至翌年2月種植者隨栽植期的前後依序介於其間，此點與筆者曾從事鳳梨植株大小對藥品催花處理效果及果實品質影響之研究結果，發現平均果重與小果數等特性與植株大小成正比關係相符合(12)。種植期對於果實糖酸度關係，各處理間糖度未有顯著差異，而酸度隨種植期的提早略爲降低，糖酸比也因而略爲提高。至於鳳梨果實外觀形狀概分正常果形（圓筒形）及塔形果兩種，本試驗各不同種植期間所生產果實，正常果形隨種植期的提早而遞減，相反的塔形果即隨之增加，諸如催花當年的3、4月間栽植，其生產果實100%均爲上下部果徑等大之正常果形（圓筒形）；而塔形果爲0%。若提前在催花當年的1、2月栽植者即正常果形分別爲97.5%及98.7%，而塔形果分別爲2.5%及1.3%，再推前至催花前一年的9月種植者即正常果形僅爲60.2%，而塔形果佔39.8%。前人報告曾指出鳳梨小果數多寡受花芽分化當時植株大小與營養狀況的影響而有差異(9,16,18)，植株大而且營養豐富者其小果數必多，故提早種植，由於生育期長，至翌年9月間催花時植株往往超大，生產果實小果數（果目數）多，是無所置疑，然而在果實有限生育期間內，整果的小果無法全部充分發育，因而形成下部小果已發育成熟而上部小果未充分發育的塔形果。

據於上述結果，可明瞭在本省氣候條件下，依傳統在每年8月至10月間栽植臺農四號鳳梨，經一年以上培育，於翌年8月至10月間催花，促進生產春果，由於植株超大，雖果實大產量豐，但多爲塔形果，果形不雅觀，果實頂部三分之一未充分發育部分，肉白糖度低，酸味高，風味差，不受外銷市場歡迎。依日本市場反應，以每箱10公斤、8粒裝及10粒裝最受消費者青睞，也就是每個果實1公斤至1.5公斤，果徑上下部等大之圓筒形果實最被看好。爲生產適於外銷之臺農四號鳳梨春果，若採取催花當年3月及4月種植者，雖果實全部爲圓筒形，整齊美觀，惟平均果重不及1公斤，尙嫌過小，商品價値低，不合標準，就栽培者而言，產量低不合經濟效益，故以11月至翌年2月間種植，所生產果實大小適中，符合外銷市場需求標準，且正常果形比率高，塔形果生產率低，品質佳。

誌　　謝

本研究承行政院農業委員會補助經費（79農建-7.1-糧-54-21及80農建-7.1-糧-68-21），文稿承

程永雄分所長暨徐信次主任複閱，又承林美莉小姐協助統計分析，謹此誌謝。

引用文獻

1. 王　炘。1960。鳳梨周年栽培試驗。中國園藝　6 (3,4)：83-84。
2. 王　炘。1963。利用植物生長調節鳳梨結實期試驗。鳳山熱帶園藝試驗分所　專報25號。
3. 邱乃乾、胡安慶。1989。臺農四號鳳梨鮮果外銷問題與市場之探討。嘉義農專專刊。
4. 許志超。1951。臺灣之鳳梨品種。農林通譯3(2)：9-23。
5. 許志超。1951。鳳梨利用電石處理促進開花結果試驗。農業研究　2(4)：1-4。
6. 陳俊二。1987。臺農四號鳳梨外銷日本市場之展望。果農合作　P：481。
7. 黃士元。1988。鮮食鳳梨臺農四號產銷現況及改進。臺灣農業　24(2)：60-65。
8. 黃季春。1964。鳳梨生產與產量之相關因素試驗、鳳山熱帶園藝試驗分所　專報第29號。
9. 黃季春。1968。藥品處理調節鳳梨花期試驗。臺灣農業　4(2)：1-7。
10. 黃季春。1971。鳳梨植株本身條件與催花處理效果關係之研究。中國園藝　17(1)：1-8。
11. 張清勤。1967。臺農四號鳳梨花期觀察。科學農業　15(56)：1-3。
12. 張清勤。1978。鳳梨植株大小對電石和 NAA 催花處理的效果及果實品質影響之研究。中華農業研究　27 (1)：67-75。
13. 張清勤。1981。鮮食鳳梨臺農四號。豐年　31(4)：22-24。
14. 張清勤。1988。生產高品質的臺農四號鳳梨。豐年　38(4)：16-17。
15. 南部寬人。1938。關於爲收量構成要素之鳳梨果實的目數。熱帶園藝　8(2)：150-159。
16. Collins, J. L. 1960. The Pineapple. Leonard Hill (Books) Limited London.
17. Donald, P. G. 1956. An hypothesis of role of Naphtholene acetic acid in flower induction in the Pineapple. American Journal of Botany 143 (6) : 411-417.
18. Van Overbeek, J. 1946. Control of flower fomation and fruit size in the Pineapple. Bot Gaz 108 : 64-73.

Effects of Planting Time on Fruit Shapes and Quality of 'Tainung No. 4' Pineapple[1]

Ching-Chyn Chang[2]

Summary

For improving the tower-shaped fruits in pineapple, We have investegated the influence of different planting time on the fruit shape and quality. The testing farms were prepared in August, 1989. The slips were sequentially planted into the testing farms at intervals of one month during the period form 15, September, 1989, to 15, April, 1990. All the materials were treated with carbide on 20, September, 1990, in order to induce flowers for producing " Spring fruits" . The results showed that the earlier the planting of the slips, the better the growth of the plants, Similar phenomena had also been found in the average fruit weight, fruit length, and the number of fruitlets when the fruits were harvested. There was no significant difference in the sugar content among the fruits of different planting times, However it had been found that the earlier the planting time, the lower the acid content, therefore the higher the sugar/acid ratio. It had also been found that the percentage of normal fruit (cylinder-shaped fruit) and tower-shaped fruit were related to the time of planting. That is the earlier the plnting, the less the normal fruit, but the more the tower-shaped fruits, and vice versa. These results indicated that the proper period for planting the slips in during 15, November-15, February. This is for reducing the tower-shaped fruits, and for increasing the normal fruits which can be packed by 8 or 10 fruits on per 10 kg-box, in order to match the need of Japanese market.

Key words : Tainung No.4 Pineapple, Tower-shaped fruit, planting time, fruit shapes, quaility.

1. Contribution No. 1691 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associated Horticulturist of Chiayi Agriculture Experiment Station(AES), TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：387～395（1993）

秤錘種楊桃的貯藏品質[1]

楊 淑 惠　　王 武 彰[2]

摘要：本試驗將秤錘種楊桃（*Averrhoa carambola* L. cultivar Chang Chwei）貯放在室溫（12天）及5、10、15°C的不同低溫42天，比較貯藏期間的品質變化。試驗結果顯示，於15°C貯藏的楊桃，在貯藏21天後即失去商品價值。就長期貯藏品質而言，在5°C冷藏的楊桃比在10°C和15°C冷藏者有較好的外觀及硬度，維生素C的損失亦較少，楊桃的可溶性糖類（果糖、葡萄糖及蔗糖）、有機酸（草酸和蘋果酸）的變化也較少。但若爲短期貯藏（14天），5°C與10°C對楊桃品質相差不顯著。在5°C貯藏的楊桃，其果糖、葡萄糖及總糖幾無變化，有機酸含量減少11～19%，可滴定酸度亦隨之下降。將貯藏在5°C42天的楊桃果實隨後放在室溫（28°C）6天，可以繼續完熟並無寒害（chilling injury）徵狀發生。

關鍵詞：楊桃貯藏品質。

楊桃（*Averrhoa carambola* L.）屬於酢漿草科的常綠灌木，植株在種植後，第三年即可開花結果，結果期長，一年中除了四月至七月較少鮮果供應外，有長達八個月的供果期[1,2]。根據1990年臺灣農業年報的記載，楊桃栽植面積，約爲二千六百公頃左右，栽培地區以苗栗、雲林、臺南、彰化及屏東爲主。楊桃的品種很多，其中甜味品種由於品種改良以及栽培技術的改進，在果實成熟後肉質甜美、多汁，深受消費者所喜愛[3]。目前種植較多的甜味品種爲二林種、青墘種、密絲種、秤錘種及臺農一號等[1,7,8]，除了我國，近年來在美國加州[14]、澳洲 Darwin、North Queesland[21]等地均已開始注意到楊桃品種的引進與栽培。楊桃爲非更年型水果[9,18]，一般在成熟度達八、九分熟時採收上市，細嫩的表皮雖覆蓋蠟質，但若無適當處理仍不耐貯存，在室溫只能貯放二星期左右，其組織快速軟化、口感不佳，而不當的低溫貯藏則可能會造成冷害，使果實組織劣化、品質下降。依 Eaks、Lyons[16,17]等的“膜物相改變（physical phasechange）”的理論，果實在寒溫度時“Arrhenius plot”會產生斷線，就謝氏[11]的研究，楊桃在12°C左右也有斷線情形，所以楊桃在12°C下貯藏即可能產生寒害。楊桃品質的優良與否，與果實組織完整性、顏色、風味及品種[8]等有關，風味一項則包括其醣類及有機酸含量多寡等。依 Campbell 等[15]對“Arkin”楊桃的研究顯示，在5°C貯藏的黃化較慢、果糖及葡萄糖含量先降，放在室溫則有回升的趨勢。

由於楊桃的結果期長，國內較少利用貯藏來調節其供銷時間，但楊桃星狀般的特殊果型，很爲溫帶地區所珍視，在國際上則被認爲是很有希望的熱帶水果，近年來，國內相關單位也積極的開拓外銷市場，以增加果農收益，因此，加強楊桃果實採收後處理技術及貯藏期間品質變化的研究，實有其必要性。本試驗目的即對貯藏在不同溫度的“秤錘種”楊桃進行品質調查與分析，其結果可供相關業者參考。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1692 號。
2. 本所鳳山熱帶園藝試驗分所助理及助理研究員。臺灣省　高雄縣　鳳山市。

材料與方法

一、試驗材料

1. 本試驗在八十年十月及十二月，分別在臺南玉井與屏東縣高樹鄉，採八、九分熟之表皮完整的秤錘種楊桃果實爲試驗材料。
2. ＰＥ袋厚度0.002 inch.

二、試驗方法

(一)果實前處理與貯藏

楊桃果實擦去表面灰塵後，稱重、套上ＰＥ袋（市售包裝方式），裝入紙箱中，紙箱四邊各開三及五個孔洞，每個孔爲3cm×3cm，十五個果實爲一組，三重複，分別貯藏於5°C、10°C及15°C的冷藏庫中，貯藏實驗進行中的相對濕度保持在85～90%左右，每14天取出進行調查及成份分析，調查至42天止，貯藏期間若果實腐敗率超80%，因已失去商業利潤，則不再繼續冷藏。部分冷藏果實置放室溫（約28°C）6天，做寒害觀察及成份分析。另以在室溫貯存者爲對照組，每3天進行分析，調查至12天。

(二)果實品質與成份分析

楊桃果實自冷藏庫取出，回溫後，進行下列分析：

1. 果實失重百分率：冷藏果實回溫後稱重，並與初重比較計算其果實失重率。
2. 硬度測定：以直徑爲 4mm 之手持式硬度計測定中間段果稔。
3. 總可溶固形物（Total soluble solid, TSS）：果實打汁過濾後，取濾液以 ATAGO N1 手持式屈折射計測定。
4. 抗壞血酸（Ascorbic acid）：以 A.O.A.C. Indophenol method[12]進行測定，取2g 果汁，加5ml 偏磷酸，以2,6-dichloroindophenol-Na-溶液滴定至試液呈粉紅色。
5. 糖類分析：以 CNS[4]方法進行，(1)糖類萃取：果實打汁後，以12,000rpm 離心10分鐘，取上層液，經0.45μm 過濾膜過濾，(2)濾液以 Varain LC 5,500高效液相層析儀分析，注入量爲10μl、分離管 Micro Park-NH2-10 30cm×4mm，移動相爲氰甲烷：水＝75：25，流速1.5 ml/min.、在室溫以 PHILIPS PU 4026 RI 檢測器偵測。
6. 有機酸分析：以 CNS[4]方法進行，抽取方法及儀器同上5.（1），分離管爲 Alltech Econosil C18（10μ）250mm×4.6mm，移動相爲0.01 M 磷酸二氫鉀（pH＝2.4），流速0.8ml/min.、在室溫以 Varain 2550 UV 檢測器220nm 偵測。
7. 可滴定酸度（Titratable acidity）：取5g 楊桃果汁，加入10倍蒸餾水，以0.1 N 氫氧化鈉滴定至 pH 8.1.（以草酸爲計算標準）

結　果

秤錘種楊桃在15°C、10°C及5°C的貯藏期分別爲21天、35～42天及56天左右，左右，因15°C的果實貯藏期太短，本文只討論室溫（對照組，12天）及5°C、10°C貯藏42天後的成份與外觀變化。

一、貯藏後楊桃果實的外觀變化

楊桃貯藏後的失重情形如圖1所示，在5°C和10°C貯藏42天後，其失重差異不明顯，在10°C貯藏者失重率約0.9%，在5°C冷藏者失重約爲1.0%，而在室溫（28°C）貯存6天後，果實失重約2.8%，到了第12天，失重已達5.4%左右。不論是室溫或低溫貯存兩者除了表皮色澤加深程度不同外，在外觀上均很完整。

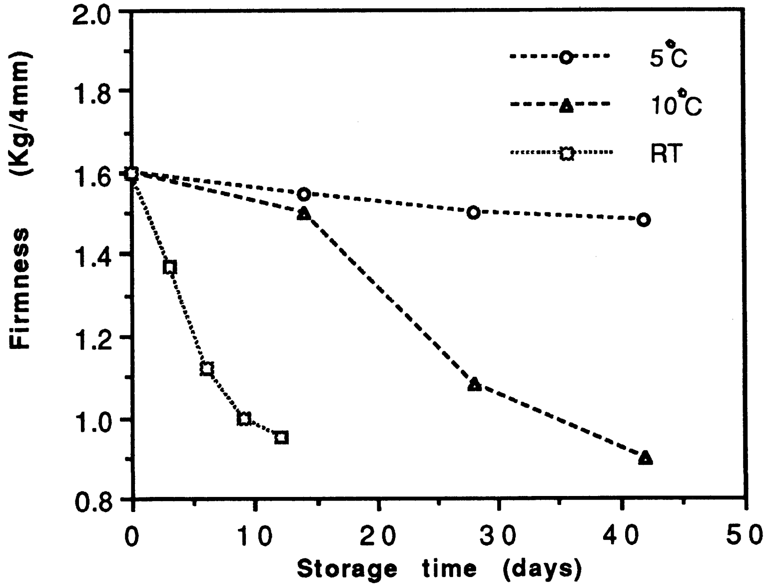

圖1. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實失重百分率

Fig. 1. Average percentage weight loss of Chang Chwei carambolafruits stored at different temperatures

楊桃貯藏後的硬度變化情形如圖2所示，外表完整的果實，其硬度因貯藏溫度不同而有顯著差異。楊桃貯放在室溫6天後，果實硬度會由新鮮時的1.6Kg/4mm 降爲1.1Kg/4mm，12天後再降至0.9 Kg/4mm，若將楊桃在10°C貯藏，果實的硬度需經42天才降至0.9Kg/4mm 左右，而5°C冷藏者經過42天還維持在1.4Kg/4mm 的硬度，隨後放在室溫6天，其硬度才降至1.0Kg/4mm 左右。

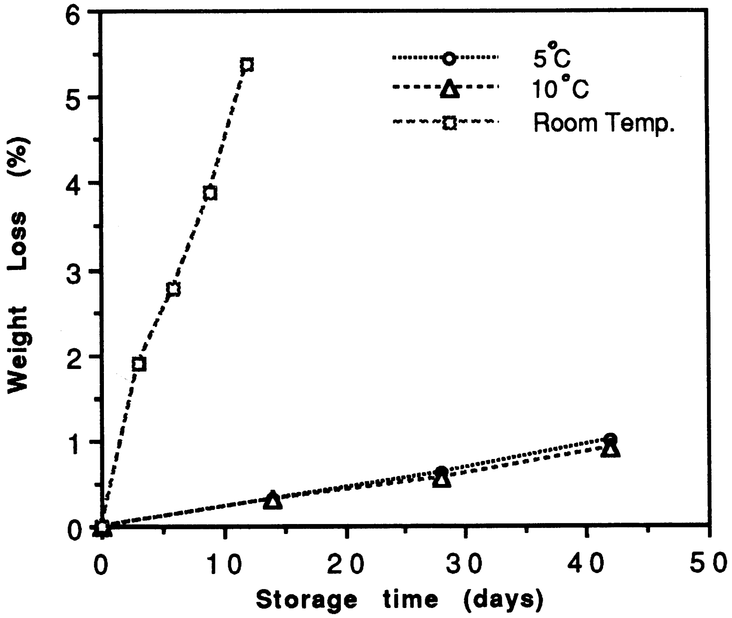

圖2. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實硬度之變化

Fig. 2 Firmness changed of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

二、貯藏後楊桃成份變化

秤錘種楊桃的抗壞血酸含量平均在25～30mg/100g 左右，在室溫貯放6天的，其抗壞血酸損失率大約19%，到了第12天，損失率約爲47%。低溫冷藏的楊桃，抗壞血酸被破壞的情形雖較緩和，但在10°C貯藏42天，抗壞血酸含量也會減少約35.5%，但在5°C貯藏42天的楊桃，其抗壞血酸損失率則只有12%左右（圖3）。

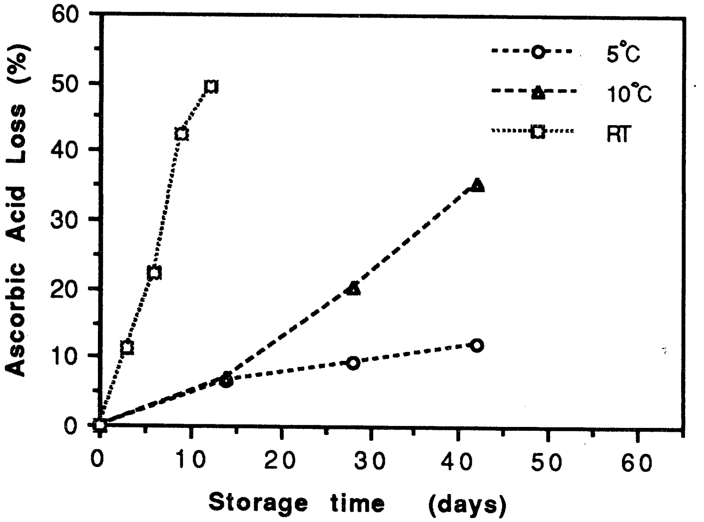

圖3. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期期間果實抗壞血酸含量之變化

Fig. 3. Average percentage ascorbic acid loss of Chang Chwei carambola fruits stred at different temperatures

總可溶固形物（TSS）會隨著貯藏溫度不同而有不同程度的變化，在室溫貯放，總可溶固形物會由最初的8.3%降至12天後的7.6%，在10°C貯藏42天後，總可溶固形物會降爲7.3%，而在5°C貯藏42天，其總可溶固形物則仍維持在7.8%左右。

秤錘種楊桃的糖類主要爲果糖、葡萄糖及蔗糖，其平均含量分別爲3.41%、3.09%及0.82%，總糖含量爲7.32%，圖4爲秤錘楊桃糖類含量在室溫（12天）的變化情形，其總糖會降爲4.47%，果糖、葡萄糖及蔗糖含量則分別降爲2.34%、2.1%及0.02%，在低溫貯藏的楊桃，其各種糖類的含量則略有消長，在10°C貯藏的楊桃，其果糖與葡萄糖含量分別爲3.09%及2.16%，蔗糖已無法測得，總糖亦降至5.25%（圖5），5°C貯藏的楊桃，其單糖含量會隨貯藏期增長而漸增，但其蔗糖在第42天時已無法測得，果糖會漸增至3.76%，葡萄糖亦增加爲3.23%，總糖則略降爲6.99%（圖6），冷藏後取出室溫放置六天，各種的糖類含量均下降。秤錘種楊桃的有機酸以草酸含量0.26%，佔總酸的52%最多，蘋果酸含量0.22%佔44%次之。貯放在室溫12天的楊桃，其草酸及蘋果酸均降至0.1左右，在5°C及10°C貯藏42天的楊桃，其草酸略降爲0.23%及0.21%，蘋果酸亦降爲0.19%及0.18%（圖7），楊桃的可滴定酸度會隨貯藏時間增長而漸降，放在室溫或在10°C的楊桃，截至失去商品價值，其可滴定酸度則由0.14%降爲0.08%，在5°C貯藏42天的楊桃則爲0.1%。冷藏期間的楊桃酸鹼值變化不明顯，pH 值只由新鮮時的 pH 4.0上升爲 pH 4.1左右，在室溫貯放12天，其酸鹼值只上升至 pH 4.23。

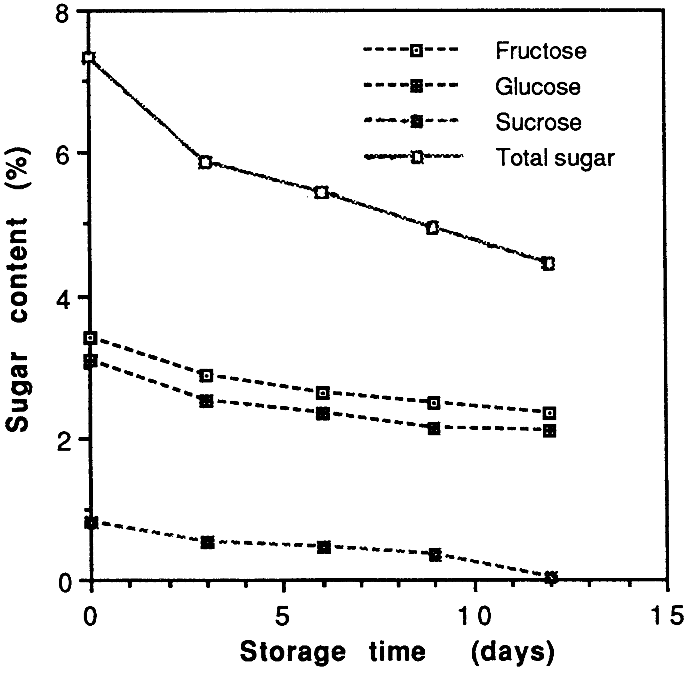

圖4. 秤錘種楊桃於室溫貯放期間可溶性糖類含量之變化

Fig. 4. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at room temreratures

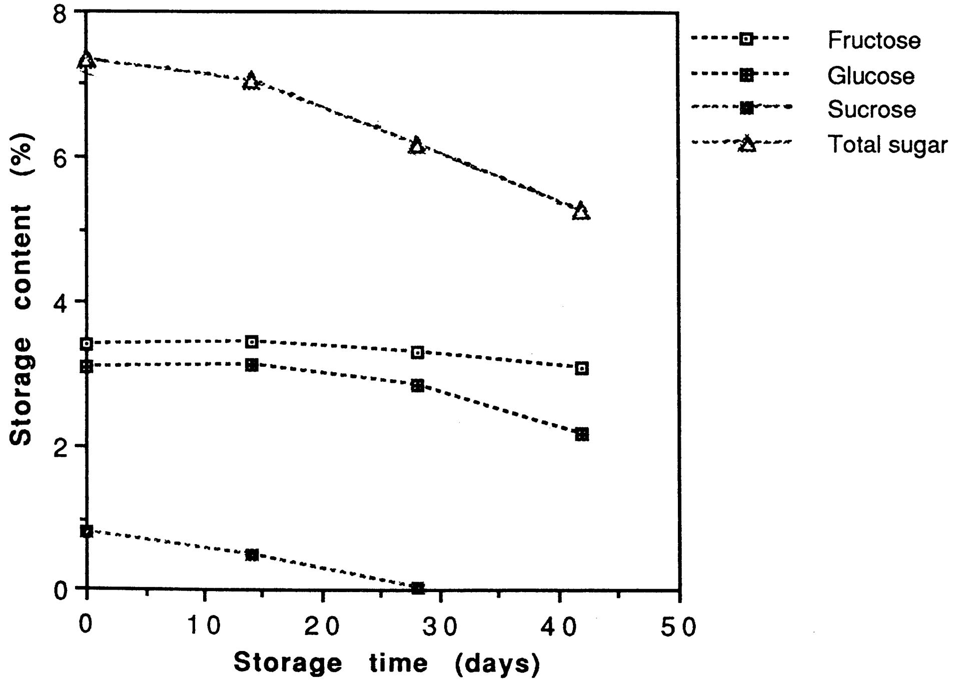

圖5. 秤錘種楊桃於10°C貯藏期間可溶性糖類含量之變化

Fig. 5. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at 10°C

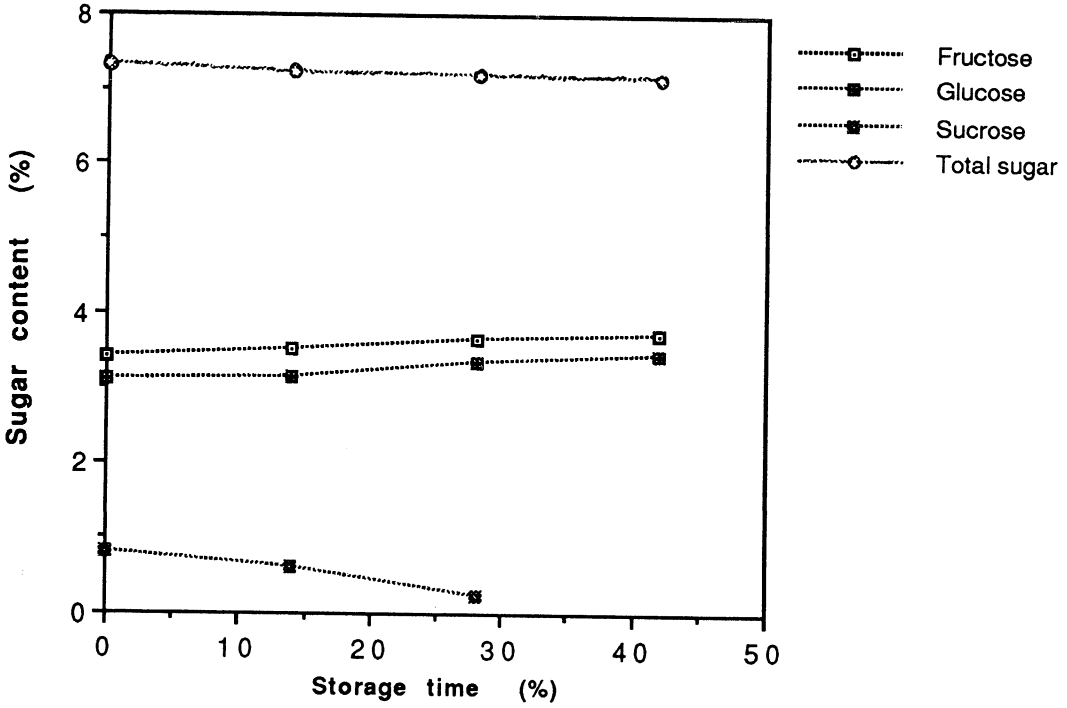

圖6. 秤錘種楊桃於5°C貯藏期間可溶性糖類含量之變化

Fig. 6. Sugar content of Chang Chwei carambola fruits stored at 5°C

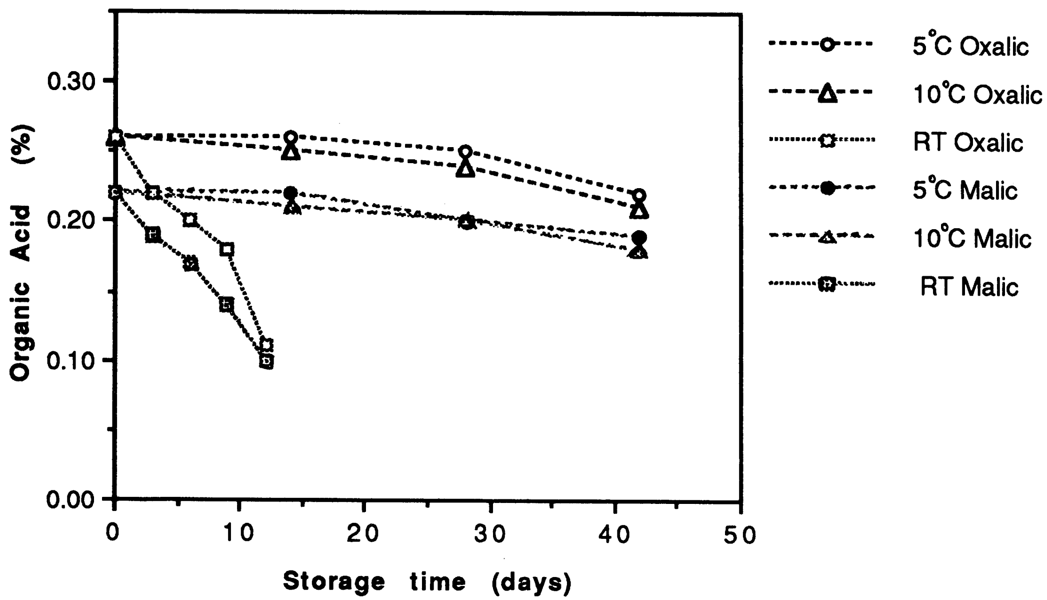

圖7. 秤錘種楊桃於不同溫度貯藏期間果實有機酸含量之變化

Fig. 7. Organic acid content of Chang Chwei carambola fruits stored at different temperatures

討 論

水果失去的結果不但會造成果實失重，導致外觀萎縮，影響商業利潤，更影響果實風味、質地及貯藏壽命[5]。楊桃果實的表皮色澤及脆硬度直接影響消費者購買的意願，在無外傷的情形下，楊桃果實放在室內不處理，其表皮皺縮情形並不明顯，但表皮顏色已黃化，色澤比在低溫貯藏的楊桃深而近似十分完熟的鮮果顏色。故由楊桃果實顏色不易判別其組織是否已軟化。此種情形由測定果實的硬度變化，較容易判別其差易。值得注意的是，楊桃的果實表皮及果稔均極脆弱，很容易因不當擦拭或磨擦而褐變，如何減少非必要之前處理及如何包裝以減少輸運過程中果稔受傷，是目前急待加強的研究工作。楊桃採收後在低溫貯藏期間的果皮會漸漸轉色，但此種情形是果實完熟亦或黃化、可否提早採收延長貯運時間則有待進一步探討。

抗壞血酸是水果主要營養成份之一，也是水果新鮮與否的重要指標，水果因成熟度、單果生長位置、施肥等因素，各個果實間的抗壞血酸含量差異頗大。抗壞血酸是水溶性維生素，極容易被氧化分解，如柳橙汁的抗壞血酸，在一般家用冰箱一星期的流失量可達12%[20]。楊桃貯藏的溫度愈高，果實水份流失情形與組織劣變情形愈快，則抗壞血酸被破壞的量就愈多，故將果實貯藏在適當低溫以保存抗壞血酸是必要的，但需注意避免造成低溫傷害。一般熱帶、亞熱帶的水果，不適於貯藏在10°C以下的低溫，楊桃雖屬熱帶水果，但本試驗結果顯示，秤錘種楊桃果實在5°C下冷藏，不但不會有冷害發生，冷藏期間果實顏色、硬度的變化及糖類、有機酸、抗壞血酸等的失損均比在10及15°C貯藏者少（若只是十幾天的短期貯藏，10°C的貯藏品質則則與5°C的影響品質差不多，能源消耗則較少）貯藏壽命也較長，此結果與謝氏[11]對二林種楊桃及 Campbell 等[13]試驗結果相似。楊桃果實在貯藏期間，其總糖及有機酸不論是在低溫或室溫中貯藏，它們的含量都會隨貯藏時間增長而逐漸下降，而很明顯的在低溫尤其是在5°C貯藏的楊桃其流失情形較少。試驗結果，在5°C貯藏的楊桃，其果糖及葡萄糖含量在貯藏期間會逐漸增加而蔗糖含量漸減的情形，與蔡氏等[10]對毛豆、柯氏[6]等對釋迦及 Rouchaud[19]等對蘋果的試驗結果相似，據推測增加的量可能是由蔗糖分解而來，而此試驗結果則與 Campbll 等[15]對 Arkin 楊桃的試驗“在5°C貯藏的果糖及葡萄糖含量會漸下降，而在室溫放六天後回升”的結果不同，初步推測可能是因採收成熟度不同或品種差異所致。因果糖的甜度較蔗糖高，故貯藏楊桃的甜味可能會較新鮮楊桃高，低溫貯藏後的草酸及蘋果酸減少約11～19%，可滴定酸度量亦隨之減少，但酸鹼值（pH）改變不大，只上升 pH 0.1左右，推測可能與含量少但較不穩定的檸檬酸及琥珀酸（含量分別為0.03%及0.01%左右）有關。楊桃的澀味來源除了酚類外，有機酸中的草酸亦是因素之一，草酸是對人體有不良影響的酸類，而酚類給人乾燥、收縮的感覺，若能選育低草酸、酚類含量少的品種，不但可以減少果實澀味亦能增加楊桃可口性。

誌 謝

本計畫承行政農委會補助（81農建—12.2—糧—55—07），謹致謝意。

引用文獻

1. 王武彰。1979。經濟果樹（上）—楊桃。125—132頁。豐年社。臺北。
2. 王武彰。1983。楊桃栽培。農委會農林廳農民淺說260 A—園藝490。臺中。
3. 王武彰。1985。如何調節楊桃之產期。臺中改良場特刊　第一號　121—124。
4. 中國國家標準（ＣＮＳ）。總號　12634和12635。
5. 洪登村。1983。蔬果冷藏時的溫濕度管理。食品工業　15(6)：15—19。
6. 柯立祥、楊正山、俞永標、蔡平里。1983。釋迦果之後熟與貯藏。中國園藝　29（4）：257—268。

7. 陳雪姿。1991。楊桃果實採收後呼吸作用及又烯生合成之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。

8. 游若萩、王武彰。1987。楊桃之品質成分與加工利用之研究。中華農業研究 36 (2)：196—206。

9. 廖銘隆、錢明賽、楊瑞森。1981。臺灣各種水果及加工用蔬菜收穫後呼吸形式之測定（一）食研究所報告第 213 號。

10. 蔡龍銘、許祥純、吳明昌。1990。毛豆貯藏期品質變化之研究。中國園藝 36(3) ：210—222。

11. 謝慶昌。1985。楊桃果實生長調查及採收後處理之研究。國立臺灣大學園藝學研究所碩士論文。

12. A.O.A.C. Methods 1980 p. 746.

13. Campbell, C. A., D. J. Huber, and K. E. Koch. 1987. Postharvest response of carambola to storage at low temperature. Proc. Fal. State Hort. Sci. 100：272—275.

14. Campbell, C. A. and K. E. Koch. 1989. Sugar/acid composition and development of sweet and tart carambola fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114 (3) ：455—457.

15. Campbell, C. A., D. J. Huber, and K. E. Koch. 1989. Postharvest changes in sugars, acids, and color of carambola fruit at various temperatures. Hort Science 24 (3) ：472—475.

16. Eaks, I. L. 1980. Effect of chilling on respiration and volatiles of California lemon fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 (6) ：865—869.

17. Lyons, J. M. 1970. Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissue sensitive and resistant to chilling injury. Plant Physicol 45：386—389.

18. Oslund, C. R. and T. L. Davenport. 1983. Ethylene and carbon dioxide in ripening fruit of averrhoa carambola. Hort Science 18 (2) ：229—330.

19. Rouchaud, J., C. Moons, and J. A. Meyer. 1985. Cultivear differences in the influence of harvest date and cold storage on the free sugars and acids contents, and on the eating quality of apples. J. Hort. Sci. 60 (3) ：291—296.

20. Shaw, P. E. and M. G. Moshonas. 1991. Ascorbic acid retention in orange juice store under simulated consumer home conditions. J. Food Science 56 (3) ：867—868.

21. Watson, B, J., A. P. George, R. J. Nissen, and B. I. Brown. 1988 Carambola：A star on the horizon. Queensland Agricultural Journal January-February：45—51.

Storage Quality of Chang-Chwei Carambola Fruit[1]

Shu-Hui Yang and Wu-Chang Wang[2]

Summary

Carambola fruits (*Averrhoa carambola* L. cultivar Chang Chwei) were stored at room temperature (12 days) and 5°C, 10°C or 15°C (42 days), and then were compared the change of fruit quality after storage. Results from experiment showed that carambola fruits became unmarketable after 21 days storage at 15°C. Carambole fruit stored at 5°C maintained better appearance and firmness, less ascorbic acid loss, and exhibited less change in soluble sugar (fructose, glucose, and sucrose) or organic acid (oxalic and malic) content than fruits stored at 10°C or 15°C. However, for short-term storage (14 days) carambola fruit quality did not differ significantly between 5 or 10°C. During the storage at 5°C, the sugar content (fructose. glucose and totals sugar) did not changed obviously, the organic acid content decreased 11~19% and the titratable acidity decrease also. The result from rewarming experiments (stored at 5°C for 42 days and then kept at 28°C for 6 days) showed that carambola fruits could ripen normally and no symptom of chilling injury was observed.

Key words : Carambola (Chang Chwei), Storage, Quality.

1.Contribution No. 1692 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant and assistant reseacher, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsiung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(4) : 396~402 (1993)

Insecticide Resistance Study in *Spodoptera exigua* (Hübner)

I. Detecting the Resistance in a General Survey[1]

Edward-Yun Cheng and Ching-Hua Kao[2]

ABSTRACT : Following the establish of a susceptible strain of beet armyworm (BAW, *Spodoptera exigua*) in Taiwan Agricultural Research Institute, the insecticide resistance of field-collected BAW had been determined. In the susceptible strain, methomyl and synthetic pyrethroid were the most effective insecticides followed by organophosphorus insecticides, while carbofuran and cartap were not effective. Wild BAWs collected from north, central and south of Taiwan were resistant to various insecticides in similar ranges. The resistance ratios were 10-20, 20-40 and 40-75 folds to synthetic pyrethroids, organophosphorus insecticides and methomyl, respectively. Synthetic pyrethroids are still useful for BAW control and bifenthrin is the most effective one. The development of insecticide resistance is obviously an important reason for the outbreak of BAW in green onion field in Taiwan. The resistance characters of BAW were compared with those of diamond-back moth (*Plutella xylostella*).

Key words : *Spodoptera exigua*, Insecticide, Resistance, Green onion.

INTRODUCTION

Since the 1980s, the beet armyworm (BAW, *Spodoptera exigua*) has caused severe damage in green onion production in Taiwan, and the development of insecticide resistance has been speculated as one of the reasons for the outbreak(8). Although bifenthrin can provide effective control for BAW(3,8,9), the real issue on insecticide resistance has not been clarified. Following the establish of a susceptible BAW strain in Taiwan Agricultural Research Institute (TARI) in 1992, the detection of insecticide resistance in field-collected BAW has been proceeded in Pesticide Research Laboratory of TARI. The BAW resistance to 3 most important insecticide groups i.e., synthetic pyrethroids, organophosphates and carbamates were investigated in this report.

MATERIALS AND METHODS

1. Insect material :

A. Susceptible strain-a susceptible AL-strain BAW has been reared in TARI successfully on the artificial diet based on Biever and Boldt(1)with minor modification.

1. Contribution No. 1693 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior entomologist and assistant entomologist, respectively, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

B. Field strains-field BAWs were collected in 1993 from I-lan (north), Da-chia (central) and Yuan-chang (south) of Taiwan. All BAWs were collected from heavily infested green onion fields, and were then reared on the same artificial diet as the susceptible strain in laboratory. The F1 and F2 generations were used for testing the insecticide resistance.

2. Insecticides :

Commercialized insecticides were used through out the study. Ten insecticides selected for spray tower test were bifenthrin, cypermethrin, permethrin, fenvalerate, methomyl, profenofos, methamidophos, phenthoate, mevinphos and carbofuran. For leaf dipping test, bifenthrin, permethrin, methomyl, profenofos, phenthoate, mevinphos, carbofuran and cartap were studied.

3. Bioassay methods :

For the basic insecticide sensitivity study of susceptible BAW, organophosphorus compounds, synthetic pyrethroids and carbamates were tested in both the spray tower method and the leaf dipping method. To investigate the resistance in field-collected BAWs, only the leaf dipping method was applied.

A. Spray tower method[7] : 1 ml of insecticide solution was pipetted into the holding tube of Burkard Potter Spray Tower and sprayed on the leaf disc of 7x7 cm^2. After air-dried, the leaf disc was inverted and loaded with five 4th instar BAW larvae, and sprayed with another milliliter of the same insecticide solution. Treated insects and the leaf disc were transferred into a petri dish and covered with a half-folded tissue paper before putting on lid. Total of 40 BAW larvae in 8 subsets were treated in each dosage. The post-treatment holding condition was controlled at 25 ± 1°C in a constant temperature growth chamber.

B. Leaf dipping method : Cabbage leaf discs of 7x7 cm^2 were dipped for 5 seconds in insecticide solutions containing 333 ppm Triton X-100 and then left to air-dry. For control test, leaf discs were dipped in distilled water with 333 ppm Triton X-100 only and then were air-dried on a wire rack. In each petri dish, treated leaf discs were fed to five 4th instar BAW larvae, and total of 40 BAW larvae in 8 subsets were used for each dosage.

4. Response assessment :

The assessments were made at 24 and 48 hours respectively for spray tower method and leaf dipping method. Both the dead and the seriously affected were included in percent of response (mortality). Analysis was made by correcting with the control first, and then analyzed by probit[10]. If the mortality in control were over 8%, the test was abandoned and repeated. Definition of replicates in this study is the same as that defined by Robertson and Preisler[12] : "unless each group of ten treated with any concentration is treated with a fresh formulation and (to be absolutely sure) at a different time ; it is not a separate replicate", and related discussions.

RESULTS

The sensitivities of the susceptible BAW to various insecticides were determined by both the spray tower method and the leaf dipping method. In the spray tower determination (Table 1), synthetic pyrethroid was the most effective chemical group and bifenthrin was the most effective member of the group. For carbamates, the performance depended on compounds. The lethal action of methomyl was almost equivalent to that of synthetic pyrethroids, while carbofuran was the least effective compound in all insecticides tested. The effectiveness of organophosphorus compounds were between synthetic pyrethroids and carbofuran. The activity of tested insecticides on BAW were in the following order : bifenthrin > cypermethrin > methomyl > permethrin > fenvalerate > profenofos > methamidophos > phenthoate > mevinphos > carbofuran.

Table 1. The insecticide sensitivities of the susceptible BAW determined by spray tower method

Insecticides	LC_{50}, ppm	95% Fiducial limits	Slope±S.D.
Bifenthrin	5.5	4.6～ 6.5	1.71±0.15
Cypermethrin	7.6	6.4～ 9.0	1.54±0.14
Methomyl	8.7	7.1～ 11.1	1.31±0.19
Permethrin	16.9	11.2～ 27.1	1.81±0.23
Fenvalerate	24.4	20.0～ 30.1	1.56±0.14
Profenofos	195.8	160.0～ 238.7	4.55±0.71
Methamidophos	226.1	205.9～ 246.6	3.45±0.27
Phenthoate	316.0	297.2～ 337.2	5.50±0.63
Mevinphos	515.1	484.7～ 550.0	5.61±0.62
Carbofuran	2,567.2	2,166.9～2,997.4	4.69±0.69

In the leaf dipping method, similar results were obtained (Table 2). Bifenthrin, methomyl and permethrin were the 3 most effective insecticides, and profenofos was the most active compound within the organophosphorus group, while carbofuran still stayed as the least effective insecticide. The order of effectiveness was as follows : bifenthrin > methomyl > permethrin > profenofos > phenthoate > mevinphos > carbofuran.

Table 2. The insecticide sensitivities of the susceptible BAW determined by leaf dipping method

Insecticides	LC_{50}, ppm	95% Fiducial limits	Slope±S.D.
Bifenthrin	1.37	0.83～ 2.28	1.54±0.37
Methomyl	7.46	1.98～ 11.34	1.86±0.71
Permethrin	8.35	5.65～ 12.28	2.65±0.51
Profenofos	49.76	35.25～ 64.98	2.88±0.59
Phenthoate	214.04	183.21～255.76	5.08±1.00
Mevinphos	396.58	244.88～538.51	2.72±0.78
Carbofuran	619.68	521.92～879.16	4.89±1.25

For 3 field-collected BAW strains, the susceptibilities could not be determined feasibly

by the spray tower method since higher doses were needed, hence the leaf dipping method was adopted. Eight compounds were tested (Table 3), and only the LC_{50}s of bifenthrin, permethrin, methomyl and profenofos were determined. The LC_{50}s could not be determined for mevinphos, phenthoate, carbofuran and cartap due to less than 10% of BAW mortality were obtained with treating doses of 1,000 ppm or higher. The result indicated that bifenthrin was still the most effective insecticide followed by permethrin, methomyl and profenofos. In field-collected BAW strains, the resistance ratios ranged from 8-28 for bifenthrin, 9-10 for permethrin, 22-43 for profenofos and 36-74 for methomyl. Actual resistance ratios could not be determined for four other insecticides due to the needed treating dosages were too high to be tested.

Table 3. Insecticide sensitivities and resistance ratios of BAWs collected from north(N), central(C) and south(S) of Taiwan

Insecticides	LC_{50} in PPM (slope) /R.R.**			
	Suscept. strain	I-lan (N)	Da-chia (C)	Yuan-chang (S)
Synthetic pyrethroids				
Bifenthrin	1.4	38.7(0.82) R.R.=28.2	11.5(1.39) R.R.=8.4	12.6(2.02) R.R.=9.2
Permethrin	8.4	81.7(1.96) R.R.=9.8	78.0(2.07) R.R.=9.3	78.8(1.33) R.R.=9.4
Organophosphorus compds.				
Profenofos	49.8	1,600.1(2.05) R.R.=32.1	2,136.7(2.19) R.R.=42.9	1,112.2(2.00) R.R.=22.3
Phenthoate	214.0	—*	—*	—*
Mevinphos	396.6	—*	—*	—*
Carbamates				
Methomyl	7.5	274.0(3.03) R.R.=36.7	553.1(2.16) R.R.=74.1	271.6(4.73) R.R.=36.4
Carbofuran	619.7	—*	—*	—*
Organonitrogen compd.				
Cartap	—*	—*	—*	—*

* LC_{10}>1,000 ppm and LC_{50} was not determined.
** R.R.=resistance ratio.

DISCUSSION

In Taiwan, there are two *Spodoptera* spp. causing perennial damages to agricultural crops. *Spodoptera litura* is the most common occuring species, while *S. exigua* usually presents as a minor pest until the destructive damage occurred in green onion cultivation in the 1980s. TARI started investigating the proper control measure for this species in 1984. In surveying farmer's control practices, we found that various insecticides had been used in intensive sprays, and the outbreak of BAW in summer could not be controlled by existing chemical agents, hence the insecticide resistance was strongly suspected as the major reason for the control failure.

Pheromone has been used as an alternative tool for BAW control. The sex pheromone blends of BAW determined by Mitchell et al.[11] was re-confirmed for its effectiveness in

Taiwan, and the field application formulation of mixing BAW pheromone with antioxidant and oil carrier had been developed for mass trapping[6]. The mass trapping program was implemented in I-lan county green onion field since 1985 to supplement the shortfall of chemical control[3,8].

The ovicidal action of bifenthrin was discovered in 1988[8], which had also been confirmed as the most effective BAW control agent in 3 consecutive years of insecticide screening. Nevertheless, the insecticide resistance for BAW still could not be proven for lacking of a susceptible strain to compare with. From 1991-93, through numerous efforts, a susceptible BAW colony (AL-strain) has been estabished in TARI. Consistent results were obtained by both the spray tower and the leaf dipping methods for measuring the sensitivity of BAW to selected insecticides (Tables 1 and 2). Synthetic pyrethroid was found to be the most effective group with the LC_{50}s in the range of 10^{-5} to 10^{-6}, and the order of effectiveness were bifenthrin, cypermethrin, permethrin and fenvalerate. For the organophosphorus compounds, the range of LC_{50}s were about 10^{-4}, following the order of profenofos, methamidophos, phenthoate and mevinphos. For 2 selected carbamates, methomyl and carbofuran differed extremely with the LC_{50}s of 8.7 ppm and 2,567 ppm, respectively. The effective dosage of methomyl was similar to that of synthetic pyrethroids, while carbofuran was the least effective insecticide in the test.

Generally, to induce mortality in field-collected BAWs required significantly higher doses when compared to that of the susceptible BAW. This confirmed the suspicion that insecticide resistance was a factor for the failure of BAW control. A commonly used insecticide in Taiwan, cartap, was also subjected to the dipping test, but no BAW mortality had been observed even in the susceptible strain (Table 3).

In viewing of the results, the insecticide resistance of BAW has characters differed from another notorious lepidopterous pest, diamondback moth (DBM, *Plutella xylostella*)[2,4] in Taiwan. For example, in carbamates, methomyl was more effective than carbofuran for BAW, while opposite was true in DBM[5]. Another difference is the synthetic pyrethroids resistance. The extremely high mfo (mixed function oxidases) in resistant DBM almost immuned the insect from the lethal action of synthetic pyrethroids, while BAW only encountered moderate synthetic pyrethroid resistance, and bifenthrin still is the most effective insecticide for BAW control in Taiwan.

For the organophosphorus compounds, the BAW resistance was similar to that of DBM, but the effectiveness of individual compound differed, for example, mevinphos is a better choice than profenofos in DBM control[5], and vise versa in BAW. Organophosphorus insecticides suffered 20 to 40 folds resistance. Comparatively, synthetic pyrethroid suffered only mild resistance at 10 to 20 folds, while methomyl met a high resistance at 40 to 75 folds.

By comparing insecticide chemical groups for BAW resistance, we concluded that:

1. BAW populations in cultivated fields of Taiwan are universally resistant to synthetic pyrethroids, carbamates and organophosphorus insecticides.
2. Synthetic pyrethroids suffered only mild resistance and are still useful in the control of BAW with bifenthrin stays the most effective compound.

3. Organophosphorus compounds emerged resistance problem and would not be a good choice for BAW control for the moment.
4. Although methomyl is an effective control agent for BAW, the 40 folds high resistance will cause problem in control.
5. The characters of insecticide resistance in BAW are significantly different from those of DBM.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study is partially supported by research grants from National Science Council (NSC81-0409-B-005-506 and NSC82-0409-B-005-20).

REFERENCES

1. Biever, K.D. and P.E. Boldt. 1971. Continuous laboratory rearing of the diamondback moth and related biological data. Ann. Entomol. Soc. Am. 64 : 651-655.
2. Cheng, E.Y. 1988. Problems of control of insecticide-resistant *Plutella xylostella*. Pestic. Sci. 23 : 177-188.
3. Cheng, E.Y. 1989. A study of sex pheromone for the control of insect pests in the field. In proceedings of "Symposium for the Organic Farming", Special Publication No. 16, pp. 157-181. Taichung District Agircultural Improvement Station, Da-chung, Chang-hua, Taiwan (in Chinese, with English abstract.)
4. Cheng, E.Y., C.H. Kao and C.S. Chiu. 1992. Resistance, cross resistance and chemical control of diamondback moth in Taiwan : Recent development. In Proceedings of the 2nd International Workshop of "Diamondback Moth and Other Crucifer Pests" (N.S. Talekar, ed.), pp. 465-475. AVRDC, Shan-hua, Tainan, Taiwan.
5. Cheng, E.Y., C.H. Kao, D.F. Lin and T.C. Tsai. 1986. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* (L.) VIII. The specificity of oxidative detoxication mechanism in larval stage. J. Agric. Res. China 35 : 375-386.
6. Cheng, E.Y., D.F. Lin, C.H. Kao, S.M. Chen, S.S. Wang and S.C. Lee. 1985. Studies on the synthetic sex pheromone of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner). I. Evaluation of Mitchell's formulation in Taiwan. J. Agric. Res. China 34 : 315-322 (in Chinese, with English abstract) .
7. Cheng, E.Y., D.F. Lin, T.C. Tsai and C.H. Kao. 1988a. Insecticide resistance study in *Plutella xylostella* L. IX. The selective metabolism of insecticides. J. Agric. Res. China 37 : 328-339.
8. Cheng, E.Y., W.T. Lu, W.G. Lin, D.F. Lin and T.C. Tsai. 1988b. Effective control of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner), on green onion by the ovicidal action of bifenthrin. J. Agric. Res. China 37 : 320-327.
9. Cheng, E.Y., W.Y. Su, C.N. Chen, W.G. Lin, D.F. Lin and T.C. Tsai. 1989. Application of synthetic sex pheromone for beet armyworm, *Spodoptera exigua*, control in green onion field. In proceedings of a Symposium "Insect Pest Management of Vegetable", pp. 199-213 (in Chinese, with English abstract). Chinese Journal of Entomology, Special Publication No. 4, Taipei, Taiwan.
10. Finney, D.J. 1971. Probit Analysis. 3rd ed., Cambridge University Press, London. 333 pp.
11. Mitchell, E.R., H. Sugie and J.H. Tumlinson. 1983. *Spodoptera exigua* : Capture of feral male in traps baited with blends of pheromone components. J. Chem. Ecol. 9 : 95-104.
12. Robertson, J.L. and H.K. Preisler. 1992. Pesticide Bioassays with Arthropods. CRC Press, Boca Raton. pp. 12-14.

甜菜夜蛾抗藥性之研究

I. 本省甜菜夜蛾族群抗藥性之檢定[1]

鄭 允 高靜華[2]

摘 要

由本省北、中及南部地區青蔥上所採集之甜菜夜蛾與省農試所培養之感性品系，比較三類主要殺蟲劑之敏感度發現，甜菜夜蛾對合成除蟲菊精劑最爲敏感，而對納乃得之感度也極高，有機磷劑之藥效落於其後，與納乃得同屬氨基甲酸鹽之加保扶效果更次之，而本省蔬菜上常用之培丹則完全無藥效。偵測田間採得之甜菜夜蛾抗藥性時發現，北、中、南三區所採集之甜菜夜蛾族群間並無明顯差異，對合成除蟲菊精之抗性均在10-20倍之間，對有機磷劑抗性均爲20-40倍，對納乃得之抗性則爲40-75倍之間。就抗藥性之特質而言，甜菜夜蛾與小菜蛾迥然不同。綜合田間現用藥劑之防治效果，仍以合成除蟲菊精劑較佳，尤以畢芬寧之藥效最好。

關鍵詞：甜菜夜蛾、殺蟲劑、抗藥性、青蔥。

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1693 號。本計畫部份承國科會經費補助（計畫編號 NSC81-0409-B-055-506 及 NSC82-0409-B-055-20），洪秀芬及簡淑貝協助工作，謹此一併致謝。
2. 本所應用動物系研究員及助理研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：403～410（1993）

落花生聯合收穫機之改良試驗[1]

梁連勝　蔡致榮　顏秀榮　陸龍虎[2]

摘要：第二代油壓驅動農試型落花生聯合收穫機之油壓回路中，植株輸送鏈與收穫機前進速度，藉比例控制閥之使用，作業中可因應負荷變化適時互動調節；植株輸送系統採用輸送鏈取代膠質輸送帶，已解決張力調整機構之安裝與輸送效率不穩之困擾；本機藉附加自動控制預警系統之配備，完成作業流程之監控與作業高度之設定，同時提高作業精度與減少操作者之辛勞。

關鍵詞：油壓、落花生、收穫機。

在本省落花生之生產過程中，機械化收穫作業仍爲當前亟待解決之重要課題；檢討目前在本省推廣使用之落花生聯合收穫機，任何牌型均具有其基本之作業功能，但相同之缺點則爲機構強度與耐用性較差仍待加強。爲提高國產落花生聯合收穫機之田間作業效率，對機構重行檢討並規劃，簡化繁複之設計，以降低故障頻率爲可行改善途徑之一；回顧本省落花生收穫機之使用現況，最受使用者詬病與爭議者爲故障頻率偏高，導致單位時間有效作業面積不足，無形中增加使用成本，且無法在預定收穫期間內完成既定之作業，對適收作物造成額外之損失，亦爲代耕中心與栽培農戶間一直無法解開之結。爲紓解前述潛在之問題，本所以自行研發之農試型落花生聯合收穫機進行機構之改良，完成油壓驅動之新型設計；該機型以油壓動力系統取代傳統、複雜之機械式動力機構，經觀察田間使用情形與檢討結果，新型設計不僅可取代原有機構，且可減低原設計所衍生之高故障頻率。

材料與方法

本研究以已完成之油壓驅種雛型機爲基材，根據該雛型機之田間試驗資料分析，重新整合系統結構。爲使植株系統之作業在各種田間條件下均能穩定適應，以山型輸送鏈取代原膠質輸送帶之設計；對收穫機與植株輸送系統對應速度之調諧，及因應不同田間植株狀況，將油壓控制系統改用流量比例閥，達成作業中前進速度與輸送速度能互相回應調整之作業要求。爲使操作者在收穫流程中隨時確實掌握機械之作業狀況與協助操作者正確定位，附加自動控制預警系統，提供機械之作業訊息。前述整合與改良，除以功能爲訴求外，並以使用經濟效益與成本爲依歸；於新機型完成設計與裝配後，重複進行田間驗觀察及相關改良。

結　　果

一、主機架之整合與機構配置[(5)]

爲使收穫機在作業時植株之拔取與輸送流程更趨平穩，可適度降低機械之高度；經檢討分析結果

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1694 號。
2. 本所農業工程系研究員兼系主任、助理研究員、助理及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

，主機架之淨高若降低十公分，配合油壓系統之應用，則主作業機之內部可騰出更大之空間，對整體處理流程提供正面之效益。前處理部配合植株輸送鏈之使用，將終程內縮與水平夾送鏈在入口啣接，在機械結構之整體規劃上顯得更美化結實，經重行規劃計之主作業機之配置如圖一所示。

二、植株輸送系統之改良

農試型士落花生聯合收穫機植株輸送系統原使用膠質輸送帶之設計，係因應田間惡劣作業環境之需求而作，在長期使用檢討下，穩定之作業需求遠比輸送裝置之磨耗更重要；因之本輸送系統改用山型輸送鏈，並由原二條輸送帶組成一植株輸送裝置變更爲由一條輸送鏈及其張力調整總成組成一植株輸送單元，如比設計無形中減少一組驅動油壓泵，同時輸送裝置張力調整之瓶頸亦可迎刃而解[2,3,4,5]。張力調整用壓縮彈簧之彈性係數每公分爲六公斤，輸送鏈之引導裝置採用電木爲材料，除耐磨外可維持不變形爲其優點。

三、脫莢系統之整合與調適

油壓驅動農試型落花生聯合收穫機脫莢部之原始規劃，基於能完全脫莢之作業要求，除沿用供試機型之橫置脫莢系統外，三組脫莢筒間之脫莢轉速原爲各自獨立者[4,5]，經田間試驗觀察與分析，各組間作業速度之差異對脫莢效果並無顯著之正面效益；因之將三組脫莢筒以正齒輪併聯驅動，經以此方式改良後，除驅動用油壓馬達可減少二部，並降低收穫機之生產成本外；粗選別之作業流程亦由於脫莢組往前偏置，無形中使粗選別之流程延長又獲致更佳之選別效果及減少莢果被排出所形成田間掉落損失率。橫置脫莢系統設計之另一特性爲適合矮化植株之收穫作業，爲提高其作業功能，脫莢筒與植株輸送鏈之間隙以不大於二十五公厘爲原則。

四、油壓動力系統之修正[1,6]

油壓驅動雛型機作業系統之原始油壓回路設計，其控制閥使用啓閉式手動閥，系統由控制閥執行啓閉作業，缺少微調之作業功能；因之，在作業流程中，植株輸送帶之作業速度與收穫機之前進速度無法因應田間植株條件而互相調諧與配對，導致積堵而損失作業效率。爲解決此瓶頸，將定量式控制閥以比例式控制閥取代，使系統回路於作業中可由操作者視當時之作業條件，將兩者間之相對作業速度適時因應調諧。經改良後之系統回路如圖二所示，整體系統仍採用舉昇、行駛、第一、第二及第三作業回路等五回路之設計。本型收穫機之昇降系統回路，原設計使用單向式油壓缸，爲配合自動位置控制改用雙向式，其昇降動力悉由油壓供應。本型機之作業與行駛系統所需動力分別由每分鐘排油量爲 33.9ＣＣ 及 26.2ＣＣ 之泵提供，經實測結果系統之際需求爲每分鐘50公升及42公升，系統在每分鐘2500轉之引擎額定作業轉速下作業時，產生過量供油之現像，此爲系統溫度昇高之原因。

五、自動控制預警系統

本收穫機之自動控制系統具位置控制與作業流程故障預警之功能，其控制中樞由8051微處理機職司輸入資料之分析、比較與驅動指令之輸出；控制系統分別由主控制總成與二位式感測開關組成，主控總成除8051單晶片外，尙包含 ＬＥＤ 及蜂鳴器等重要組件，其組成回路如圖三所示。對位置控制而言，系統之感測器裝置於前處理部如圖四；當作業時，收穫高度可籍手動、自動與浮動等三項設定，依作業需要適時進行調整。當選擇開關設定於手動位置時，收穫高度之設定由操作者視作業之當時狀況，選擇適當之升降按鈕以手撥動即可；若選擇鈕設定於自動位置時，操作者可依需要選擇昇、降鈕後操作之；浮動鈕提供收穫機作業中前處理自動貼地滑行之功能，本項功能由上、下極限開關控制，在兩極限間爲無作用之自由行程區。自動預警系統具有可擴充性，目前設定三組感測點，作業中某一設定感測器接通時間達設定時序後，主控總成即分別輸出閃燈及蜂鳴警訊，提醒操作者或助手適時排除故障。

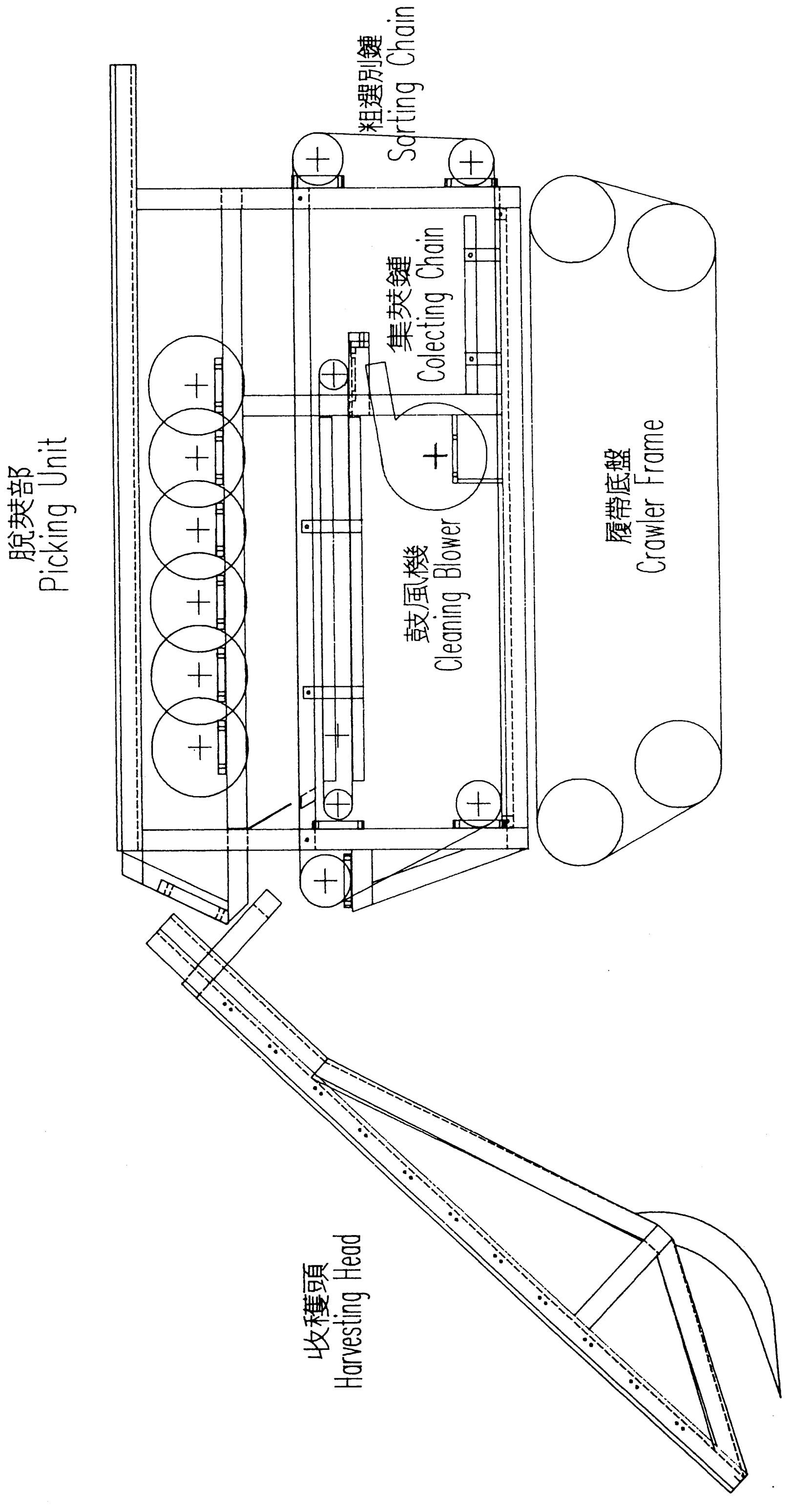

圖1． 第二代油壓式落花生聯合收穫機作業機之配置

Fig. 1. The sketch drawing for the peanut harvester (side view)

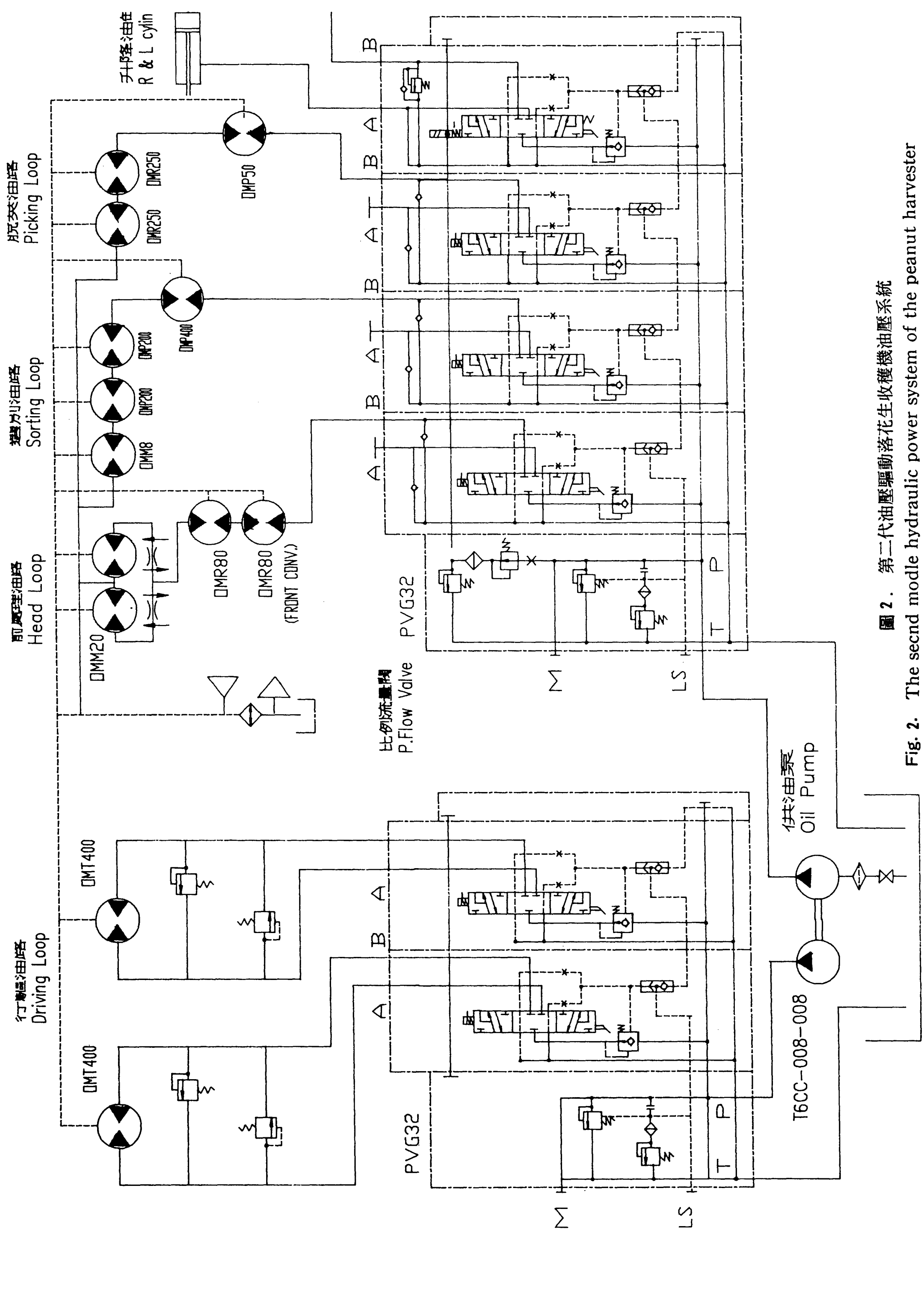

圖 2. 第二代油壓驅動落花生收穫機油壓系統

Fig. 2. The secnd modle hydraulic power system of the peanut harvester

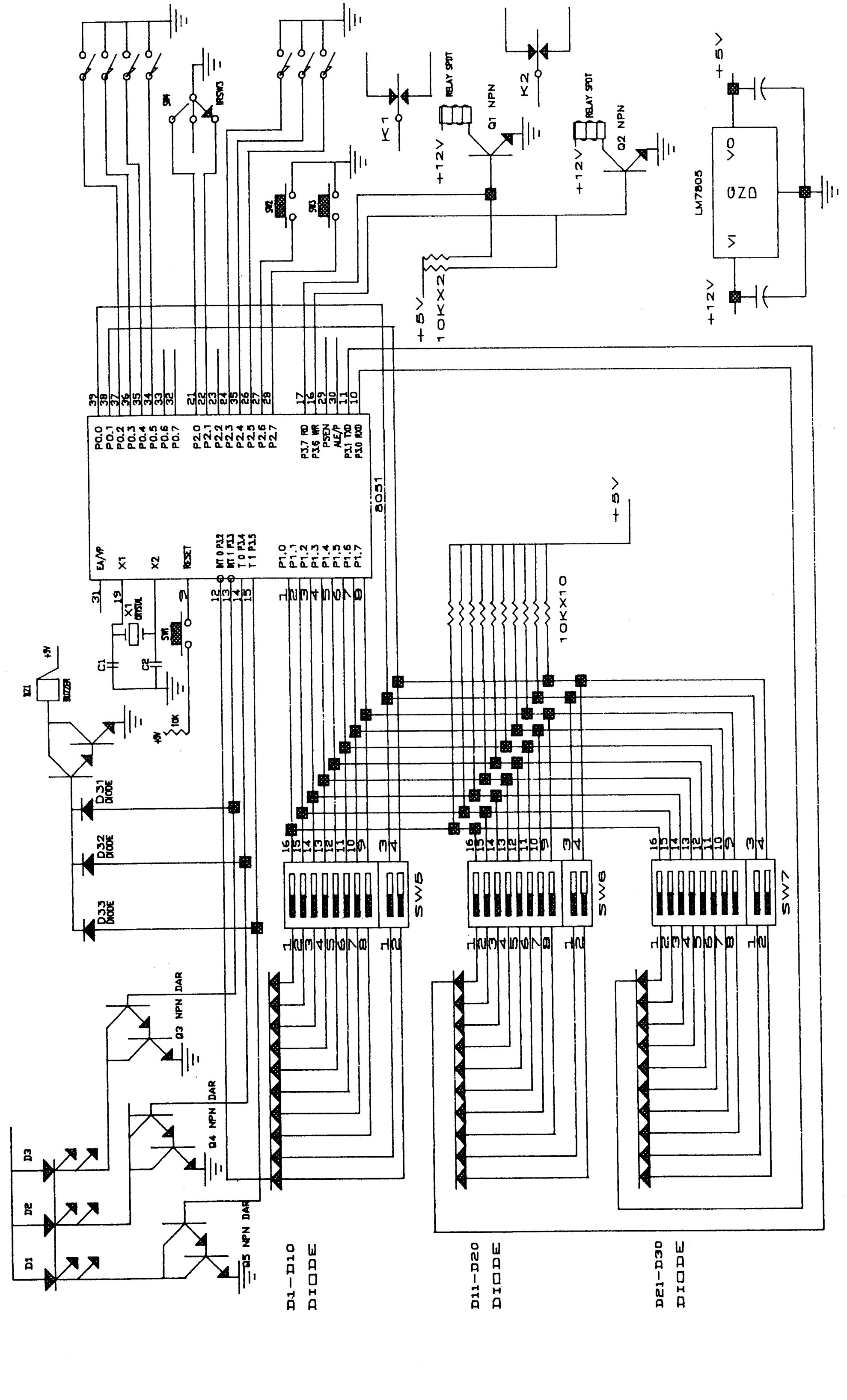

圖 3．前處理部位置自動控制回路

Fig. 3. The network of the automatic position control

圖 4． 自動位置感測器總成
Fig. 4. The position control sensor assembly

六、田間試驗

系統與相關機構經再規劃修正後，完成裝配之第二代油壓驅動式農試型落花生聯合收穫機，其結實的外觀顯現無形之親和感。本機在田間試驗（如圖五）觀察過程中，發現植株夾送總成所用之張力

圖 5． 農試 II 型油壓驅動落花生聯合收穫機田間作業
Fig. 5. The field test of the TARI II peanut harvester

調節壓縮彈簧，其彈性係數值每公分為八公斤，在負荷陡增時仍嫌太高，造成輸送系統作業之中斷，必需再行修正。在室外大氣溫度三十餘度之條件下作業，收穫機油壓系統之溫度達攝氏八十度，必需根據系統回路與負荷再行分析修正，並改良其冷卻裝置。若以收穫作業之功能觀之，本機之作業功能比原始機型優異，使用操控與維護亦較簡易。

討　論

油壓驅動落花生聯合收穫機植株夾送機構經採用輸送鏈及張力總成後，田間收穫已不受濕重條件之限制，可配合收穫作業需要在清晨或傍晚延長作業時間，但張力裝置之內部機構仍有部份不盡理想，致作業中如負荷突然增大時，系統會因過負荷而有中斷作業之虞；冷卻風扇採用油壓馬達驅動雖屬能源之多元利用，但其洩壓能量可能轉變為系統之溫度負荷，宜以其他方式取代。本收穫機油壓行駛系統，為了節省製造費用，使用定排量之開放回路，雖輔以比例控制閥可在行駛中提高速度，但增速額度有限，是故為提高本機之機動性，雖可覓替代用之變量系統，但可能衍生高成本之缺點。如將系統所使用之泵分別改為每分鐘排量 26.2ＣＣ 及 17.1ＣＣ時，則因經由洩壓閥排洩過量供油所致之熱量當可合理降低，除可保持系統正常作業油溫外，對引擎動力亦可獲致最高之使用效益。

誌　謝

本研究承中正農業科技社會公益基金會贊助（81一中基一農一36），得以順利完成，謹此誌謝。

引用文獻

1. 何　植。1984。應用油壓學。金華科技公司。臺北。
2. 梁連勝、蔡致榮等。1989。夾持式落花生聯合收穫機之研製（I）。中華農業研究　38(1)：104～126。
3. 梁連勝、蔡致榮等。1990。農試型落花生聯合收穫機之研製（II）。中華農業研究　39(2)：141～147。
4. 梁連勝、蔡致榮等。1990。落花生脫莢系統之改良。中華農業研究　39(3)：234～238。
5. 梁連勝、蔡致榮等。1992。落花生聯合收穫機之改良試驗。中華農業研究　41(4)：405～413。
6. 賴耿陽。1980。油壓工學。南臺圖書公司。臺南。

Improvement of the Peanut Harvester[1]

Lien-Sheng Liang, Tzu-Rong Tsai, Shiu-Rong Yen and Long-Hu Lu[2]

Summary

The proportional flow control system is employed in the hydraulic driven TARI II peanut harvester in place of the original one,it has an advantage of easyer control of the speed related to the field condition that will be able to increase the field efficiency. In order to improve the plant conveying efficency, we used the gripping chains and the adjustable tension device to replace the conveying belt. The sensor assembly for the auto control system are used to help the operator controls the harvester such as harvesting head position control and warning signals, and at the same time the auto control system will enhance the working reliability and decrease the operator's fatigue.

Key words : Hydraulic, Peanuts, Harvesting Machine.

1. Contribution No. 1694 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Head and Senior Engineer, Specialist and assistant, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：411～418（1993）

果樹樹型整修機械之試驗改良[1]

陸龍虎　梁連勝　蔡致榮　鄧永興[2]

摘要：本所初步完成之果樹樹型整修雛型機，經分析田間試驗結果，並進行其整枝及相關機構、配件等之修正與改良後，其底盤為四輪傳動、四輪轉向，轉彎半徑小（約2.2公尺），側整枝及三層水平整枝機構之位置分別裝置於近駕駛座前、後方，便於進行枝條修剪和隨時檢視作業狀況。整枝機構之動力傳動系統改以油壓驅動取代原規劃之機械式傳動，其切刀往復數可應需要作無段調整。並以K＝2.4之切斷速度比，即行走速度0.24m/s，割刀往復速度0.58m/s 進行作業，田間試驗結果良好，唯引擎馬力（7HP/2200r. p. m，8HP/r. p. m）宜稍為加大。

關鍵詞：果樹、樹型、整修機構。

荔枝、龍眼、芒果及棗子等為本省主要亞熱帶果樹，栽培面積達47,000多公頃，其分佈因稻田轉作已由緩坡逐漸向平地延伸，深具發展潛力；唯其栽培方式，泰半仍沿用傳統粗放之栽培方式，自然形成圓弧、冠狀、高大的樹型，造成通風不良、易滋生病蟲害、管理不便及採光率（日照）不良等缺點，影響產品品質、產量與採收不便，致修剪、採收、病蟲害防治之成本提高(3)。因此對荔枝、龍眼…等果樹進行樹型的修剪、矮化等栽培管理，以機械代替人工（人工修剪每公頃須120～200工時）將為未來之趨勢。有鑑於此，勢需及早完成果樹整修機械之研發，以便進行機械化之栽培管理，紓解農村勞力缺乏、老化及工資高漲日趨嚴重之問題。

材料與方法

一、供試材料

果樹樹型整修雛型機、水稻聯合收穫機用之割刀、油壓組件、五金零件、鐵材、荔枝果樹。

二、試驗地點

本所及鳳山分所荔枝園。

三、試驗方法

將本所完成之果樹樹型整修雛型機，依其底盤，整枝機構及相關機構、配件等之缺失進行改良和修正，計包含本機主機體及整枝機構位置之重行規劃配置，部份刀具長度之變更，整枝機構之伸縮裝置組件、控制方式之修正，整枝機構之動力傳動系統的改變、研製…等，並於整體裝配組合後進行田間整枝作業試驗及果樹之田間管理。

結果與討論

本機經改良研製後如圖1所示，全機規格為2,605公厘，高2,030公厘，寬3,720公厘；其包括動力

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1695 號。
2. 本所農業工程系助理、研究員兼主任、助理研究員、鳳山分所助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

部、變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器、整枝機構及整枝機構之油壓傳動系統和伸縮控制裝置與其相關配備。

圖1. 果樹樹型整修機
Fig. 1. Pruning machine for fruit trees

一、本機主體機構之修改

以佳農牌 CN—2400型自走式噴霧車原有之變速箱、行走部、轉向裝置、制動裝置、主離合器爲本機之主機體。其規格型式如下：

(一)動力部：仍沿用永盛牌 JS80C—HP／2400r. p. m，四行程水冷式柴油引擎（手搖及電動啓動兩用）。

(二)行走部及轉向裝置：四輪驅動，前、後輪規格均爲21×0—10，前後輪輪距／軸距（cm）爲83及83/108，行走速度爲前進三檔（0.86km/hr、2.52km/hr、4.07km/hr）及後退一檔（0.86 km/hr）；轉向裝置爲圓形方向盤（四輪轉向），最小轉彎半徑約2.2m。

(三)制動裝置：脚剎車；四輪（油壓）內張式。手剎車；四輪與脚剎車連接於總泵。

(四)主離合器：乾式單片離合器。

二、整枝機構及相關配備之修正與研製

(一)側整枝及三層水平整枝機架之研製：

其規格尺寸仍沿用原整枝籬型機[1]，唯側整枝機架之位置，則置於近駕駛座前方。三層水平整枝機架之位置移置於近駕駛座後方，以便於進行枝條修剪和作業時之檢視，其配置如圖2所示。

圖2. 側整枝機械與三層水平整枝機構之相關位置
Fig. 2. Relative position of the Side and Three-steps Horizontal Pruning Mechanisms

(二)刀具規劃：

刀具之尺寸、規格沿用原整枝籬型機[1]，唯三層水平整枝刀具之上層刀具長600公厘修改為850公厘由承刀17片，切刀16片組成，中層刀具長700公厘修改為650公厘由承刀13片，切刀12片組成，下層刀具長仍為850公厘並加裝刀具安全護（套）蓋。

(三)切刀驅動裝置：

切刀驅動裝置仍採用（偏心式）曲柄連桿傳動裝置，曲柄軸動力直接來自油壓馬達（OMM32）之出力軸。

活動刃（切刀）每分鐘之往復次數300～400為可調式，切刀之行程Ｓ＝50公厘。

(四)整枝機構之伸縮控制裝置：

側整枝之三層水平整枝機構之伸縮控制裝置計有前、後、左、右共四組，改以四口三位彈簧回位之手動比例閥（四組）配合普通型油壓缸代替油壓電控裝置操控感應型之油壓缸。側整枝機構用 CAϕ40×260油壓缸，左、右各1支，水平三層整枝機構則採用 CAϕ×260油壓缸左、右各1支操作之，此四組伸縮控制置可個別獨立操作，其油壓控制迴路如圖3所示。

(五)整枝機構之動力傳動系統：

整枝機構之動力來源以油壓驅動取代原規劃之機械式傳動，其油壓動力傳動系統迴路如圖3所示，該油壓系統相關零組件之規格型式[4]如下：

1. 油壓泵：SPINDLE 牌 PB4型雙聯式一組，每轉一轉之排量為16cm^3，最高壓力250Kgf/cm^2，額定壓力210Kgf/cm^2，回轉速度400r.p. m.～3000r. p. m.，額定回轉速為1800r. p. m.，本機採用870r. p. m.，，所以每分鐘之流量（排量）為16cc/rev×870r. p. m.＝14公升／分。

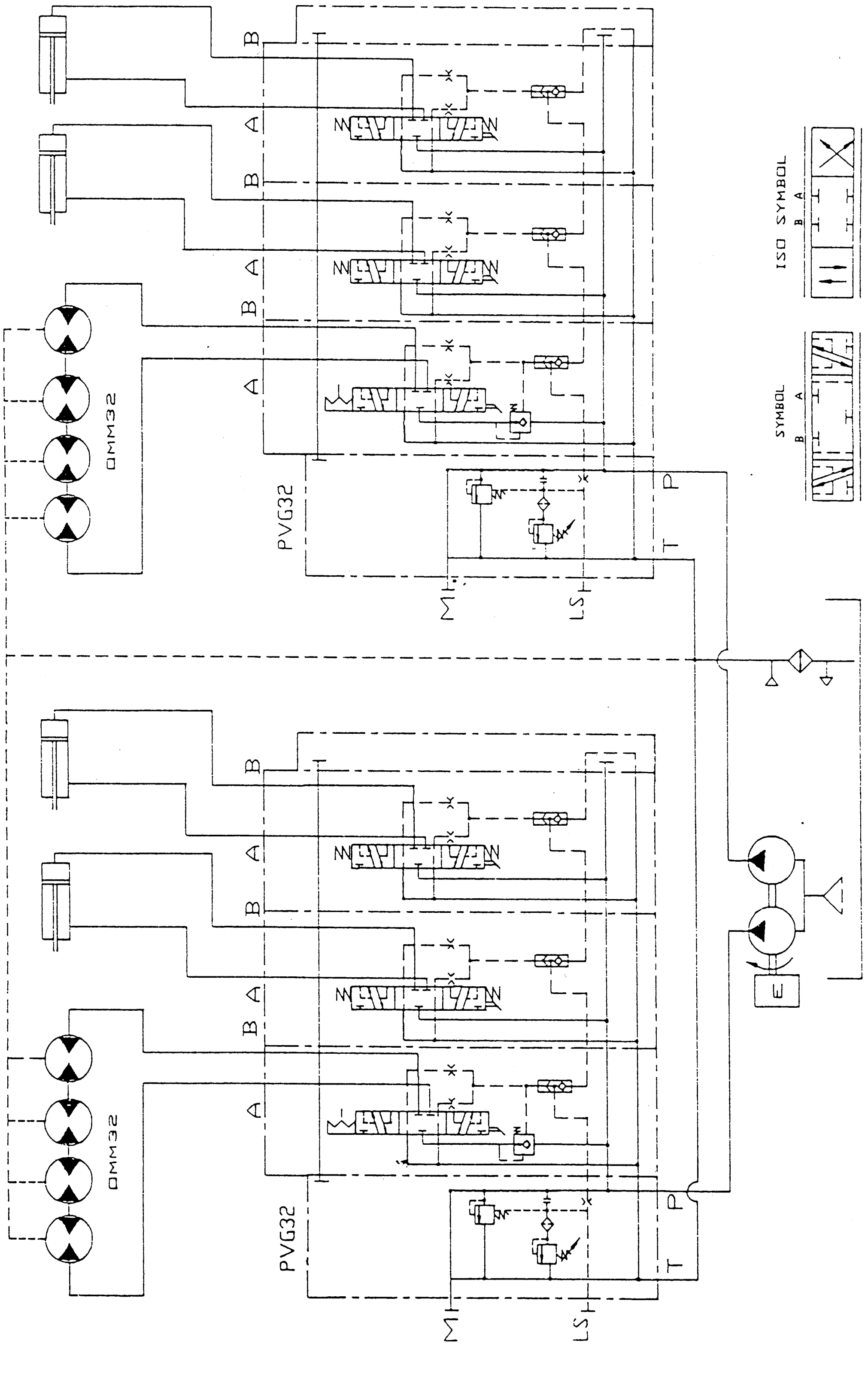

圖3. 整枝機構之伸縮控制裝置與動力傳動系統之油壓迴路

Fig. 3. Hydraulic system for strenching control of Pruning Mechanism and its power supply

2. 手動（方向、流量）比例閥：Danfoss 牌 PVG32兩套，每一套分別由PVB（B5100）、）PVS（B2000）、PVB（B6200）各1組及兩組 PVB（B6000）所組成。PVB 模組之閥軸（SPOOL）型式爲四口三位常閉型，PVB（B6200）爲手動珠定位，其補償油流量爲25公升／分，用以作動兩組串聯馬達（每組各串聯四個油壓馬達），PVB（B6000）爲手動彈簧回位，其壓力補償油流量爲5公升／分，用以作動四組油壓缸。
3. 油壓馬達：Danfoss 牌 OMM32型8個，轉速0～800r. p. m，容許最高瞬間壓力140bar，流量25公升／分以下，因本系統油壓泵之排量（流量）爲14公升／分，所以油壓馬達出力軸之最大回轉速爲400r. p. m，合乎本機切刀每分鐘之往復數之需求。
4. 油壓缸：興陽牌 CAϕ40×260兩支，CAϕ32×260兩支並裝配Y型接頭。
5. 冷卻器：氣冷蛇管式並以12V直流馬達驅動風扇冷卻液壓油。
6. 油箱：80公升裝、使用 Shell 牌＃68液壓油、箱內附一液壓油過濾器。

三、田間作業試驗

本雛型機經室內試車運轉改良調整後，前往荔枝果園進行田間整枝作業試驗。其作業情形如圖4所示，作業時切刀往復平均速度[2]（$V=\frac{SN}{30}$）設定於0.58m/s（切刀之行程 S＝50mm，切刀每分鐘之往復數N＝350），行走（進）速度設定於一檔（0.24m/s），換言之其切斷速度比（K值）爲2.4，介於前人研究結果[2]（K值：1.2～2.4）之最適當值範圍內。其未整枝前之果樹情況如圖5，修剪整枝後之狀況如圖6所示，結果尙稱良好，唯於整枝作業中（油壓系統之壓力設定於130kgf/cm^2）偶遇生長茂盛，枝條粗大時，出現引擎馬力略嫌不足之情況。

圖4.　正視之田間整枝作業

Fig. 4.　Field operation of the pruning machine (Front view)

圖5. 未整枝前之果樹情況
Fig. 5. The fruit tree before shaping operation

圖6. 果樹經機械修剪後之情況
Fig. 6. The tree Shape afetr Pruning (with machine)

結　論

經由田間試驗結果顯示本機經改良後已達原設計之目的，綜合分析檢討如下：

1. 本機轉向系統採用四輪轉向其轉彎半徑小（約2.2m），利於田間枕地轉彎。
2. 切斷速度比（K值）提高至2.4，據實際田間作業觀察其修剪性能良好。
3. 本機之整枝機構的動力傳動系統經改以油壓傳動系統取代原雛型機之機械式傳動，其切刀往復數可應需要藉由比例閥無段調整（0～400r. p. m）經實際實驗切刀往復數350次即可。又由於整枝機構之四組伸縮控制裝置及刀具之動力可分別予以控制，故可視需要進行單側作業或雙側作業。
4. 側整枝及三層水平整枝機構之位置，分別配置於近駕駛座前、後方，便於進行枝條修剪作業及隨時可檢視作業情形。
5. 兩側同時作業時其工作能力（理論）爲3.86小時／公頃（行進速度0.24m/s，行距3m），倘效率爲75%，其工作能力爲5小時／公頃。單側作業時其工作能力爲10小時／公頃（行距3m/2＝1.5m）。人工修剪時每株須時10～15公分，每公頃種植800～1,000株[3]，故每公頃平均須187小時（或120～200工時）與機械修剪比較結果，顯示機械修剪之工作能力比人工高出數十倍，故本研究結果深具意義，但宜加強田間耐久試驗俾早日推廣。
6. 油壓系統之壓力設定於130kgf/cm^2，進行修剪作業時遇生長過於茂盛、枝條粗大之樹型，出現引擎馬力（7HP/2200r. p. m）略兼不足，故宜稍提高馬力數以補不時之需。

誌　謝

本研究承行政院農業委員會補助（82科技—16糧—36（10））得以完成，謹此致謝。

引用文獻

1. 陸龍虎、梁連勝等。1992。果樹樹型整修機械之研究。中華農業研究　41：425～434。
2. 彭添松、陳勝生。1981。水稻聯合收穫機收割機構之改良研究。農業工程學報　27：25～39。
3. 鄧永興。1990。玉荷包荔枝之栽培管理。臺灣省農業試驗所技術服務　1：25～26。
4. Danfoss 及 NIHON SPINDLE 牌之油壓技術手册。

The Improvement of the Pruning Machine for Subtropical Fruit Tree[1]

Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang, Tzu-Rong Tsai and Yong-Hsing Teng[3]

Summary

The objective of this study is to improve the prototype pruning machine made by the TARI for fruit trees. The main defect induced by each mechanism according to the results of the field experiment last yeat had been located and corrected. A four wheel drive and four wheel steering chassis had been used to instead of the old one. There is an advantage to reduce the steering radius of this pruning machine within 2.2 meters. In order to make a good sight during operation, the side and horizontal pruning mechanisms were rearranged and placed at the near front and the rear of the driver's seat. A hydraulic power system is used to stand for the original one of mechanical type for pruning. The cutting speed can be easily changed by adjusting the proportional valve of the loop. The field operation indicated that a better doing of this pruning machine may get on a cutting speed of 0.58 m/s related to a traveling speed of 0.24m/s. A bigger horsepower engine should use because of the output of the mounted engine (8HP/2400rpm) isn't enough for the demand of the field operation.

Key words : Fruit tree, Pruning machine, Tree shape.

1. Contribution No. 1695 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant, Head and Senior Engineer, Specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Horticulturist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station, TARI, Fengshan, Kaohsung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）42(4)：419～429（1993）

透明 PVC 塑膠布山型溫室日照能透過率之研究[1]

陳 加 忠[2]

摘要：在此研究中量測山型屋頂單層 PVC 塑膠布溫室全日照量與光合成有效輻射量（PAR）之透過率物性。全日照量與 PAR 量之比值在溫室內外均相近。全日照量之透過率受溫室內部量測高度位置所影響。在上方橫梁位置約 74%，在下方作物位置約 50%。PAR 透過率量測位置之影響並不大。全日照量透過率與 PAR 透過率與量測位置之全日照量並無關係。

關鍵詞：PVC 塑膠布山型溫室、透過率、全日照、光合成有效輻射量。

太陽光能量為溫室等設施之外在主要熱源，對植物而言，可利用的主要光源則在於可見光之光譜範圍，用以進行光合作用。太陽光之能量單位為W/m²，可見光之範圍則以光合成有效輻射量（Photosynthetically active radiation, PAR）代表，其單位為μmol/s－m²。

對日照能量而言，全部之日照能量可分為：㈠直射光能量（Direct solar radiation），由太陽直射而來。㈡散射光能量（Scattering light, or Diffuse light）。陽光經大氣之吸收，雲層折射，建築物折射，地面反射一等經改變方向之輻射能量總稱。兩者之總和稱為全日照量（Total solar radiation）。全日照量與 PAR 量傳送至溫室內部之比率稱為透過率（Transmittance），對溫室環境模式之建立(2,4)與溫室內部植物栽培作業之合理規劃，全日照量透過率與可見光透過率為必須具備之物性資料。

陽光的能量在到達溫室內部植物之前，必須通過覆蓋材料與溫室之內部空間。因此溫室內植物所接受之光能量隨著外界太陽能量之變化而變化之外，亦與其所處內部之位置與高度均有關係。

日照量過率的影響因素十分複雜，例如覆蓋材料之材質，使用壽命，材料表面灰塵附著性，材料之高度，與陽光之角度。因此有許多研究者建立理論模式以推衍此物性(7,15)，更建立覆蓋物有結露現象時，其透對率之預測模式(11)。上述之模式驗證工作均在於理想之實驗室狀態下，以人工光源進行，對於以陽光為光源之實地量測，相關之研究則較少。

在溫室內部上層樑架位置與作物所接受的日照量與可見光光量均不相同。在上層位置，影響因子包括屋頂斜率，高度、溫室長寬比，在作物位置之影響因子更為複雜。因此除了利用理論模式推衍之外，也應以實際現地之量測方式加以研究。

Ting 與 Giacomell(13)對大氣狀態下 PAR 與全日照量進行量測研究，其結果顯示 PAR值與全日照量有高直線相關性。PAR 光量則分為兩項：直射 PAR 與散射 PAR。散射 PAR 對全

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1696 號。
2. 本所農業工程系副研究員。

PAR之比例值（P_1）則與大氣之全日照量爲二項式比例關係。太陽全日照量愈大，P_1值愈小。

在 PAR 量對溫室覆蓋材料透過率之研究中，Ting 氏[14]等比較兩型溫室與不同材料之PAR 透過率。其量測位置則有高（覆蓋材料直下方）與低（作物位置）兩處。結果顯示對山型屋頂而言（Gable－type），三種材料（單層玻璃，雙層玻璃，雙層壓克板）之 PAR 透過率在高處約爲0.58，在作物位置約0.56。對弓型屋頂（bow－type）雙層 PE 塑膠布溫室而言，高處之 PAR 穿過率約0.75，作物位置之 PAR 穿透率則爲0.48，減弱比例約爲36%。對 PAR 之透過率而言，其主要之影響因子爲大氣 PAR 量與陽光入射角度。

Giacomelli 等人[8]對雙層 PE 塑膠布溫室之全日照量與 PAR 量透過率進行研究，其結果顯示 PAR 透過率在高，低兩處其數據與該處所受到之全日照量有顯著之直線關係。在高處之全日照量透過率與 PAR 光量透過率均約爲0.67，在作物位置之全日照量透過率約0.40，PAR 透過率約爲0.45。其研究結論認爲天空晴朗程度對透過率有影響。但其數據經統計檢定結果顯示此影響性並不顯著。

Landgren 氏[12]則以實測方式比較四十種覆蓋材料的老化試驗，其中使用之 PVC 材料共有8種，其透過率與老化程度之影響未能建立一定之通則，顯示每一種材料均必須自行測試其透過率物性。Erafiadellis 氏[10]則在希臘進行九種覆蓋材料透過率週年使用之變化。其研究結果顯示此種光能透過物性並未隨季節變化而有顯著之差異性。

日本研究者[6]對溫室材料日照透過率的研究結果顯示在較低緯度，亞熱帶地區之溫室，因太陽之傾斜角不大，溫室方向、長度、屋頂傾斜角度，每日日照時刻等因子對穿透率之影響並不大。國內對 PVC 材料之日射量透過率研究中，顯示波長對透過率並無影響[1]。

國內之農業設施以 PVC 塑膠布爲主要覆蓋材料，並利用遮蔭網調整光量，有關此型式之溫室材料之透過率物性缺乏詳細研究以提供使用者參考。

此研究之目的主要在於探討：

一、探討 PVC 塑膠布溫室覆蓋材料與遮蔭網對日照量透過率之影響。

二、探討溫室內部位置（覆蓋物下方與作物位置）對透過率之影響。

三、研究每日日照時刻對透過率之影響。

材料與方法

一、實驗用塑膠布溫室

此型溫室爲山型屋頂溫室位於臺中縣霧峰鄉農業試驗所，覆蓋材料爲2㎜厚度之 PVC 單層塑膠布，屋頂上裝置規格爲50%遮蔽率之遮蔭網，與屋頂成平行狀態。內部植物爲放置地面之盆栽觀賞植物。溫室長度爲12m、寬6m、簷高度爲2.8m，屋頂最高點爲4.2m。其詳細描示如文獻(1)。主要結構係以鍍鋅鐵材，配合混擬土地基，屋頂結構係以鋞管建築而成，鋞管間隔約2m，塑膠在以固定夾固定於鋞管上方。

二、儀器裝設位置

此研究中感測器之位置如圖1所示，每處量測點各具一只全日照量感測器（Pyranometer）與 PAR 感測器。大氣下之感測位置離地面約3.0m之高度。溫室內部上方高處之感測器位置約與屋簷平行。下方低處之感測器位置離地面90㎝高度，約與植物之最高長度相等。

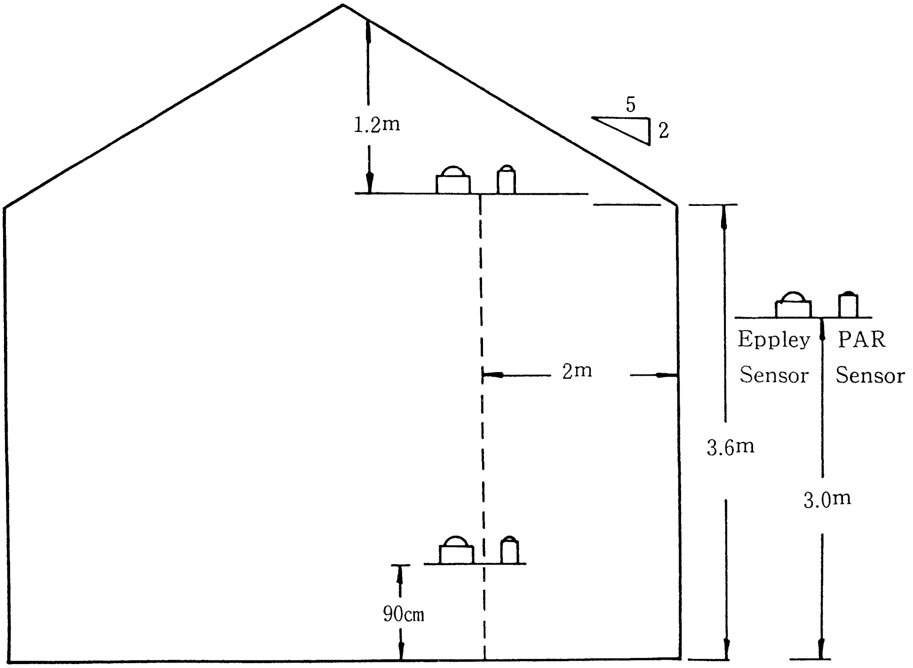

圖1. 感測器之位置
Fig. 1. Locations of sensors.

三、感測器

此試驗所用之全日照量感測器爲 Eppley Radiometer (Model 8−48)型，爲 Eppley Lab. Inc. 產品，量測波長300～3,000nm，輸出值爲0～10mv，誤差約3%，其校正利用 Eppley of Reference Standard。

PAR 量係利用 LI−COR LI−190SB Quantum sensors 量測，量測波長爲400～700nm，感測元件爲 Silicon Photodiode。輸出值爲0—10mv，校正值爲1mv=200μmol/s㎡，誤差約±5%，校正設備爲 LI−COR 1800—02 Optical Radiation Calibrator。

量測訊號經放大後以電壓記錄器加以記錄。

四、試驗方法

此研究之覆對材料包括遮蔭網，PVC 單層塑膠布，塑膠布溫室上方加外遮蔭（遮蔭網與塑膠布間隔約50cm），在進行遮蔭網透過率試驗時，將溫室內部一組感測器取出以置於遮蔭網底下。

試驗時間自1991年7月至1993年2月。進行量測時每30秒取樣一次，每次記錄數值爲每五分鐘之平均值，記錄時間爲每日8：00至17：30分。

爲便於區分全日照量，PAR 光量感測器之透過率與不同高度之影響，有關透過率之定義如下：

lg=I(橫樑)/I(大氣) ……………………………………………………(1)

lg=I(作物)/I(橫樑) ……………………………………………………(2)

lg=I(作物)/I(大氣) ……………………………………………………(3)

I(大氣)：大氣下的全日照量。

I(橫樑)：溫室上部橫梁（glazing）位置的全日照量。

I(大氣)：溫室底部作物位置的全日照量。

Pg＝PAR(橫樑)/PAR(大氣) ……………………………………………………(4)

Pr＝PAR(作物)/PAR(橫樑) ……………………………………………………(5)

Pc＝PAR(作物)/PAR(大氣) ……………………………………………………(6)

PAR(大氣)：大氣下的 PAR 值。

PAR(橫樑)：溫室上部橫梁位置之 PAR 值。

PAR(大氣)：溫室底部作物位置之 PAR 值。

結果與討論

一、大氣狀態下全日照量與 PAR 量

一日內全日照量之典型分佈圖如圖2。由於本省海島氣候之特性，每日之日照量並非規律性的變化，因此無法如同大陸型氣候，每日之日照量可以以理論模式或迴歸公式加以預測計算[4]。利用感測器進行現地實測方有實用之價值。

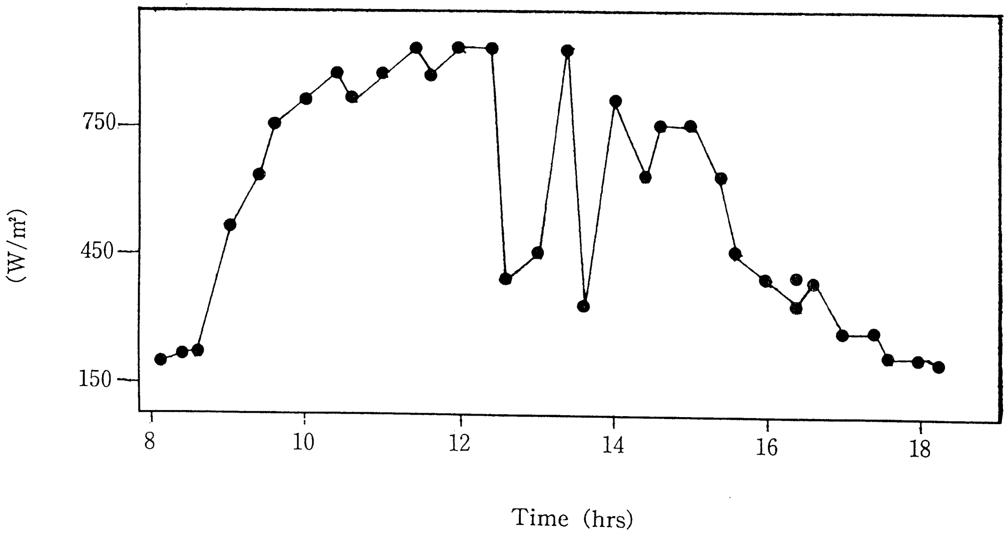

圖2. 夏日大氣日照量之分佈

Fig. 2. The distribution of the total solar radiation in Summer's day.

大氣狀態下全日照量與 PAR 值之兩日內量測數據典型之關係如圖3所示。其迴歸方程式為 $Y=2.225 \cdot X$，$R^2=0.981$，Y 為 PAR 值，X 為全日照量，此結果與 Ting 氏等[13]之結果相似。PAR/全日照之比例值對全日照量之分佈圖如圖4，並未有顯著之分佈曲線。其比例值為2.217。在 Ting 氏等人之研究結果顯示其數之關係式為 $Y1=2.07X_2$，與此研究結果有所不同，其原因可以以實驗所在緯度加以說明。此研究之地點為靠近北迴歸線之臺中霧峰地區，而 Ting 氏等人則在北緯40.5°美國紐澤西州執行試驗[8]。緯度影響全日照量之數值，緯度愈高，直射入射量之比例也為之改變[5]。

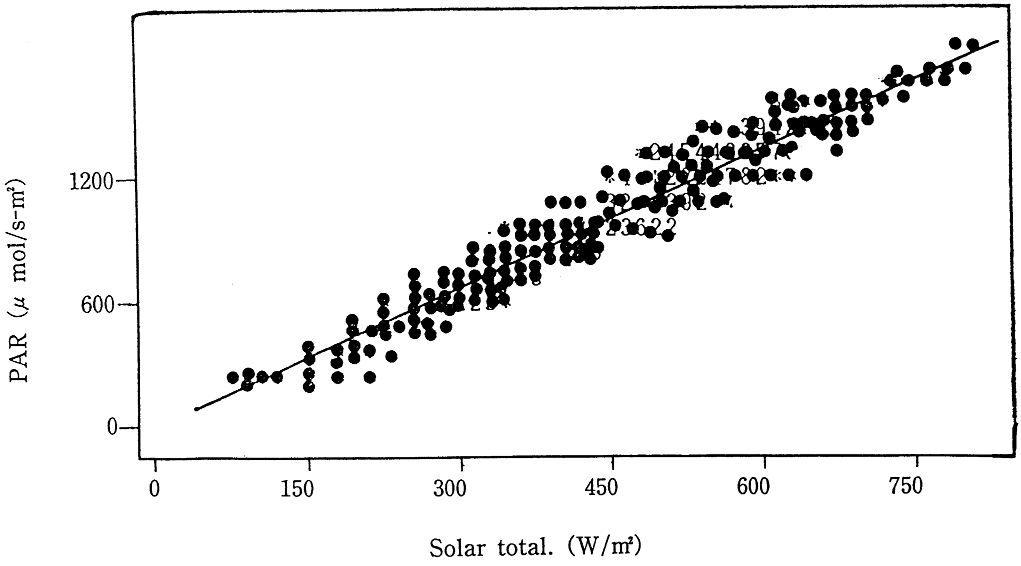

圖3. 大氣下全日照量與 PAR 之關係

Fig. 3. Relationship of solar PAR and total radiation at atmosphere.

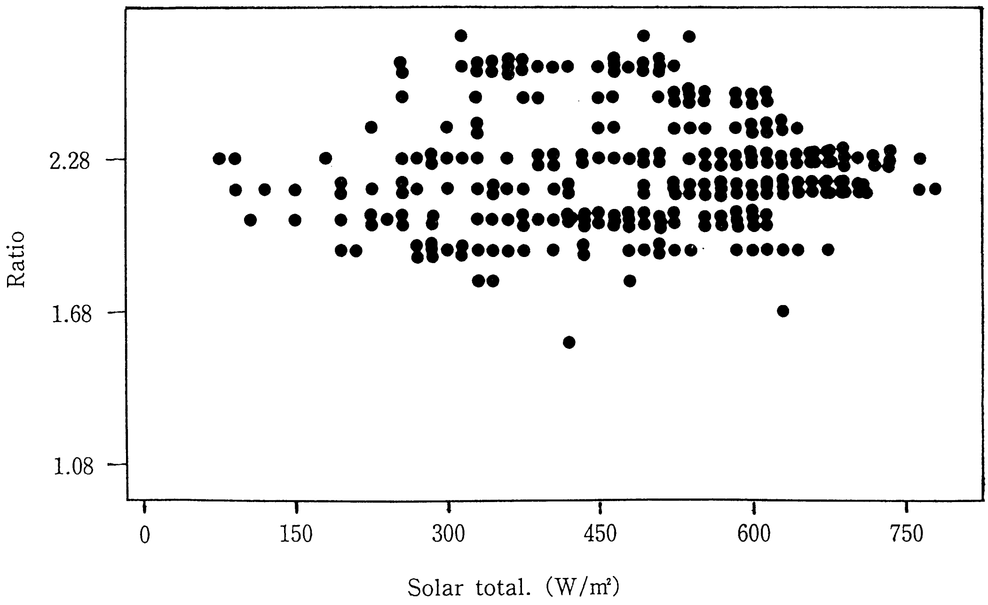

圖4. 大氣下 PAR／全日照比值與全日照量之關係

Fig. 4. Relationship of the ratio between PAR and total solar radition and the total solar radiation at atmosphere.

二、日照時刻與透過率

典型之每日不同時刻其日照量透過率之變化如圖5所示。在正午時刻，透過率似乎略高於早晨與傍晚之透過率，但在統計檢定下並無顯著差別。與 PAR 透過率比較，全日照量之透過率則分散程

度較大，顯示全日照量之變化較大。

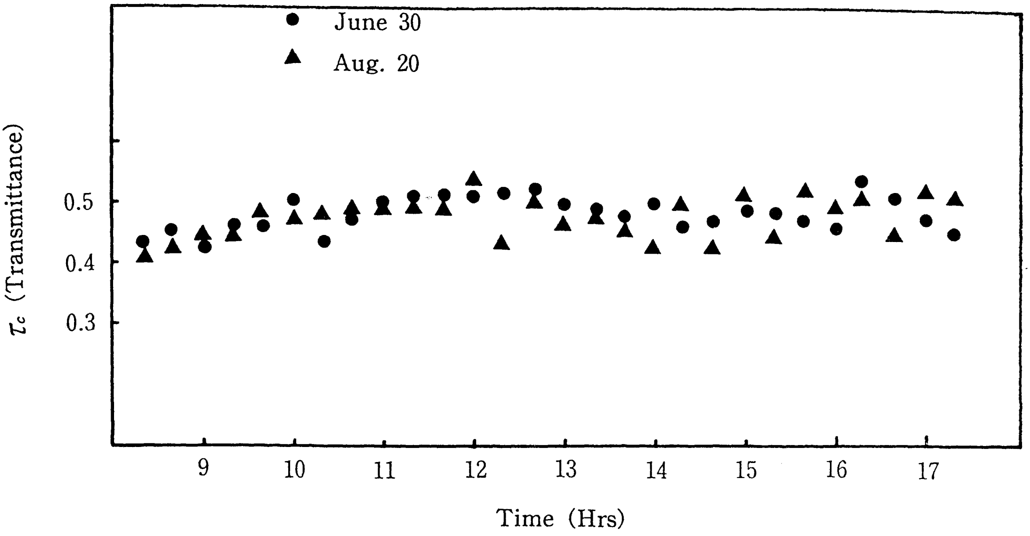

圖5. 在溫室內作物位置典型之一日全日照量透過率

Fig. 5. Typical average total solar transmittance at canopy level.

三、感測器於溫室上方

感測器放置於溫室上方位置時，全日照量透過率（lg）與大氣日照量的關係如圖6，圖中數字顯示數據於同一座標出現之次數。lg 值與外界大氣日照量並無顯著關係存在。圖7顯示溫室內部 PAR 透過率（Pg）對溫室內部日照量之關係，Pg 幾乎爲定值，與日照量並無關係。

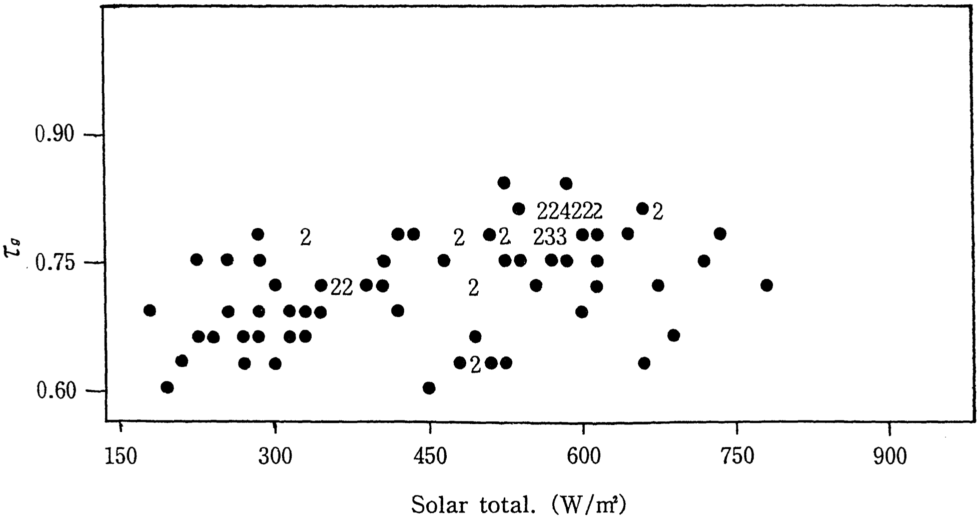

圖6. 溫室上方位置全日照透過率（lg）與全日照量之關係

Fig. 6. Relationship between lg and solar total radiation at glazing leverl.

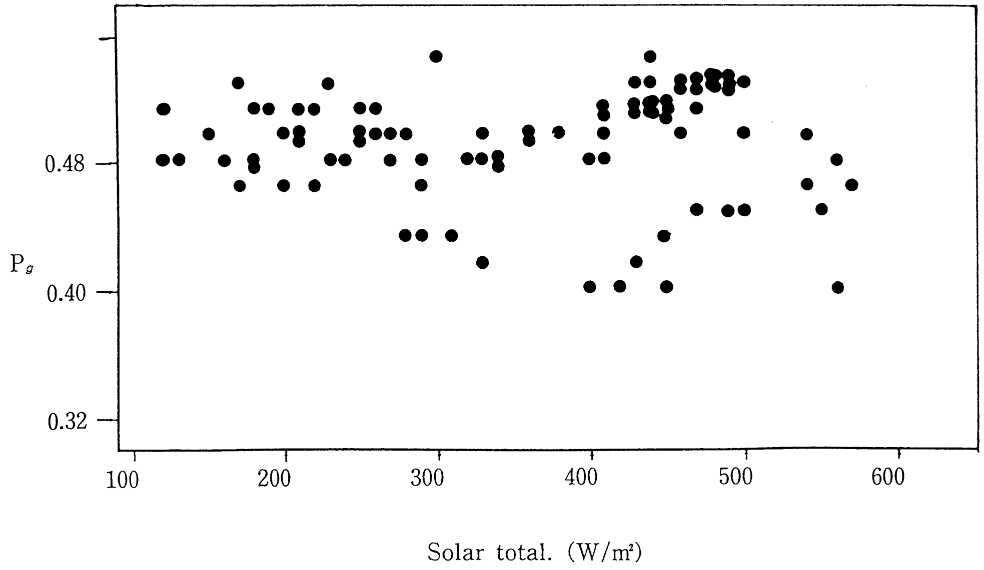

圖7. 溫室上方位置 PAR 透過率 (P_g) 與全日照量之關係

Fig. 7. Relationship between Pg and solar total radiation at glazing level.

在此量測位置之溫室內部全日照量 (X_2) 與 PAR 量 (Y_2) 有顯著之直線關係，$Y_2=2.21 \cdot X_2$，與大氣狀態下極為接近。

四、感測器於溫室底部

位於作植物株附近之全日照量(X_3)，PAR 量 (Y_3) 之典型分布圖如圖8。X_3與 Y_3有顯著之直線關係，$Y_3=2.185 \cdot X_3$。由此可知，在同一位署 (緯度) 下，全日照量與 PAR 量在溫室上，下方與

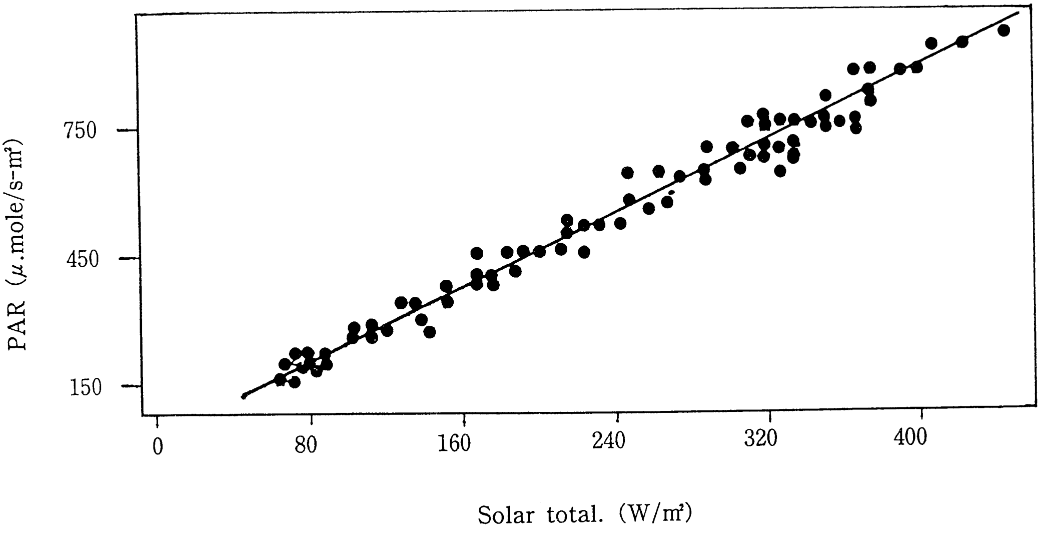

圖8. 溫室作物位置 PAR 與全日照量之關係

Fig. 8. Relationship between PAR and solar total radiation at canopy level.

外界大氣狀態下，存有相近之關係。農試所農工系所研發之 TARI－INS 型日照量感測器係利用 PAR 量對全日照量之關係開發而成[3]，此研究結果顯示此型日照計除可適用大氣狀態，亦可利用於溫室內。

此位置之全日照量透過率（lc）與大氣全日照量之分佈關係如圖9，lc 趨向為定值。PAR透過率（Pc）與內部全日照量之分佈關係如圖10，Pc值亦與全日照量無顯著關係。

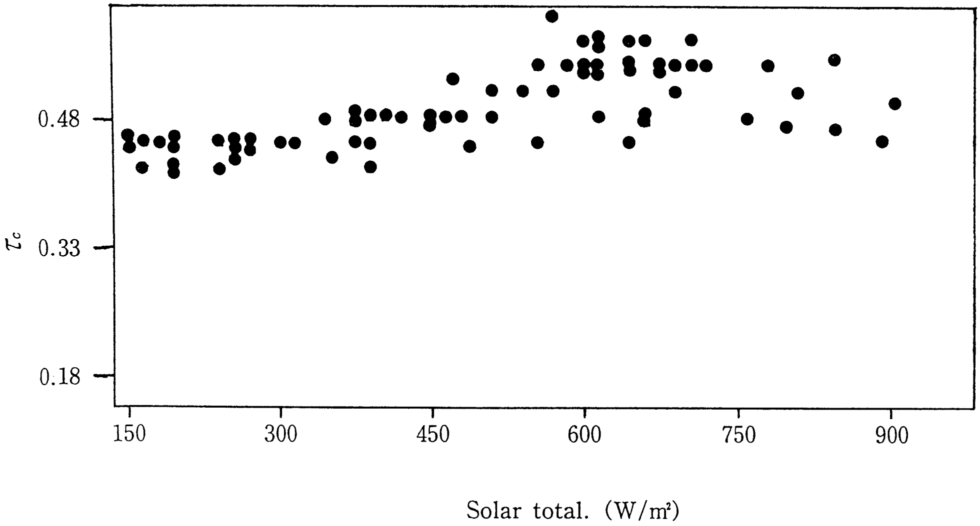

圖9. 溫室作物位置全日照透過率（lc）與全日照量之關係

Fig. 9. Relationship between lc and solar total radiation at canopy level.

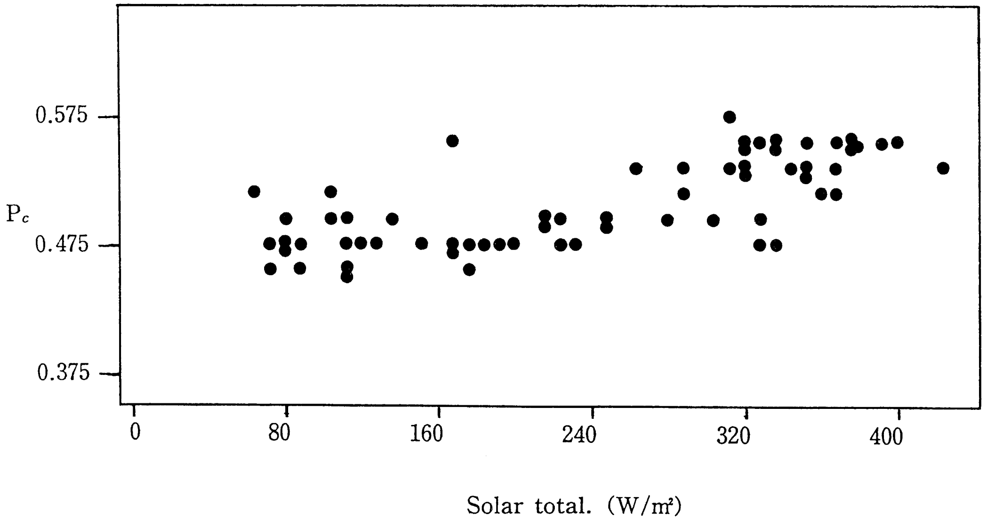

圖10. 溫室作物位置 PAR 透過率（Pc）與全日照量之關係

Fig. 10. Relationship between Pc and solar total radiation at canopy level.

在 Giacomelli 等人[8]研究結果顯示在雙層PE塑膠布溫室下，PAR 透過率(Pg 或 Pc)與溫室內部日照量，無論在溫室上下方皆有顯著之直線關係。但在此研究中，量測之材料爲 PVC 塑膠布，PAR 透過率趨向爲定值。兩種研究之差異原因係由於材料不同。PVC 材料之透過率之主要作用波長爲380-760nm 光波，PE 材料之透過率之主要作用波長更廣，接近全部波長，因此造成兩者之差異[5]。

五、透過率之比較

表一顯示在溫室底部作物位置全日照量與 PAR 之透過率平均值。對塑膠布溫室而言，其全日照量與 PAR 光量在地面位置之透過率約近50%，在有外遮蔭網之情況下，lc 與 Pc 約爲22%左右。對純在遮蔭網之位置之下，全日照量與 PAR 透過率亦相近，約爲35%左右。因外遮蔭網僅在溫室上方，並未完全包覆溫室整體，自側面入射溫室之太陽光並未受到遮蔭影響，因此 lc 值爲22%，而非爲(50%×35%)之17.5%比例值。在三種覆蓋材料下，PAR 數值對全日照量數值之比值趨近2.3倍。

表1. 溫室內下方作物位置之透過率

Table 1. Transmittance for plastic greenhouse at the canopy level

	Plastic greenhouse		Plastic greenhouse with shading nets		Shading nets	
	Ave.	Std. Dev.	Ave.	Std. Dev.	Ave.	Std. Dev.
Solar total. (lc)	0.495	0.024	0.221	0.031	0.341	0.025
PAR (Pc)	0.482	0.016	0.213	0.023	0.362	0.014
PAR / Solar total.	2.281		2.240		2.291	

表二表示在溫室上方橫梁位置之lg 與 Pg 值。全日照量之透過率與 PAR 透過率則有顯著差別。全日照量之lg 值約爲 PAR 之 Pg 值1.5倍。在有外遮蔭之情況下，兩種日射量測值之lg 與 Pg 值亦爲顯著相異。

表2. 溫室內上方橫梁位置之透過率

Table 2. Transmittance for plastic greenhouse at the galazing level

	Plastic greenhouse		Plastic greenhouse with shading nets	
	Ave.	Std. Dev.	Ave.	Std. Dev.
Solar total. (lc)	0.737	0.039	0.327	0.031
PAR (Pc)	0.512	0.030	0.221	0.021

表三列出在溫室上下位置兩種日射量測值之差異性。對全日照量而言，作物位置所受到之全日照強度約只有上部橫梁位置全日照量之70%。對 PAR 光量而言，上下兩處之差異性約有5%。溫室在有外遮蔭之狀況下，全日照量在上下位置之差異約有35%之減少量，而 PAR 在上下位置之差異則約6.5%。此可知，在溫室內部所量測之全日照量因其量測高度而有所不同，PAR 值受量測高度之影響性則較不顯著。

表3. 溫室內上下位置日照量之比值

Table 3. Ratio of sloar energy between glazing and canopy level.

		Plastic greenhouse		Plastic greenhouse with shading nets	
		Ave.	Std. Dev.	Ave.	Std. Dev.
Solar total.	(Canopy) / glazing	0.691	0.097	0.641	0.067
PAR	(Canopy) / glazing	0.955	0.087	0.935	0.058

註：數值之計算係以所有量測數據加以計算。

Ting 等人[13]，量測四種覆蓋材料在溫室上下位置 PAR 值之相異性，其結果顯示單層玻璃，雙層玻璃與雙層壓克力板之 PAR 量底面位置之 PAR 值約為上層位置之93.3%、96.5%與94.8%，但對雙層 PE 塑膠布而言，則有64%之減少量。Giacomelli 等人[8]，對雙層 PE 塑膠在溫室之研究中，全日照量上下層之減少比例約60%，PAR 值上下層減少比率約67%。此研究結果顯示國產 PVC 塑膠布溫室其內部上下層之全日照量減少比例約30%，但 PAR 減少量約5%，此與玻璃與壓克力板物性相近。由此可知不同之覆蓋材料各有其獨特之日照量透過物性，必須自行測定其物性。

結論

由上述研究結果可知在 PVC 塑膠布溫室內部上方橫樑，下方作物位置與大氣狀態下進行日照量量測，全日照量與 PAR 值之比例值幾乎相同。全日照量與 PAR 之透過率受大氣之全日照量大小之影響並不明顯而趨近為定值。對 PVC 塑膠在溫室而言，全日照量之透過率受其溫室內部量測位置所影響，在溫室上方橫梁約為74%，下方作物位置則僅有50%，減少比例約為50%。PAR 量在溫室上方之透過率約為52%，作物位置約48%，減少比例約7.5%。與已知文獻其他覆蓋物材料物性之比較，可知不同覆蓋材料有其獨特之透過率物性，每一種覆蓋材料有自行測定之必要。

引用文獻

1. 王鼎盛。1993。省製被覆材料之光透過率測析。臺灣花卉園藝72期：52—57。
2. 陳加忠、陳志昇、黃照明。1992。溫室環境模式之研究（II）模式驗證與應用。中華農業研究 41(1)：90—114。
3. 陳加忠。1992。農用日照計之性能試驗與評估。中華農業研究 41(2)：216—224。
4. 陳加忠、陳志昇。1992。遮蔭裝置對溫室微氣候影響之研究。中華農業研究 41(3)：382—404。
5. 三原義秋。1980。溫室設計の基礎與實際。養賢室。
6. 日本施設園藝協會。1983。施設園藝ハンドブシク。日本施設園藝協會。
7. Baille, A., M. Baille and M. Tchamitchian. 1990. A simple model for the estimation of greenhouse transmission. ACTA Horticulturae 281:35－46.
8. Giacomelli, G. A, K.C. Ting and S. Panigrahi. 1988. Solar PAR vs. solar total radiation transmission in a greenhouse. Trans. of the ASAE 31:1840－1543.
9. Godbey, L. C, T.E. Bond and H. F. Zorning. 1979. Transmission of solar and long－wavelength energy by materials used as covers for solar collectors and greenhouses. Trans of the ASAE 22:1137－1144.
10. Grafiadellis, M. 1985. A study of greenhouse covering plastic sheets. Acta Horticulturae 170:133－142.
11. Jaffrin, A and S. Makhlouf. 1990. Mechanism of light transmission through wet polymer films. Acta Horticulturae 281:11－24.
12. Landgren, B. 1985. Aging tests with covering materials for greenhouses. Acta Horrticulturae 170:119－126.
13. Ting, K. C. and G. A. Giacomelli, 1987a, Availability of solar photosynthetically active radiation. Trans. of the ASAE 30:1453－1457.
14. Ting, K. C. and G. A. Giacomelli, 1987b. Solar Photosynthetically active radiation transmission through greenhouse glazings. Energy in Agriculture 6:121－132.
15. Vanden Kieboom, A. M. G. and J. A. Stoffers. 1985. Light measurement and calculations. ACTA Horticultrae 170:97－102.

Study of Solar Radiation Transmission in Transparent PVC Plasstic Gable-type Greenhouse[1]

Chia-Chung Chen[2]

Summary

The transmittance of solar total radiation and the transmittance of photosynthetically active radiation (PAR) in a gable−type, single PVC covered greenhouse were studied. The ratio of solar total radiation to PAR was simlar for the locations within the greenhouse and in atmsphere. The solar total radiation was affected by the measuring levels of greenhouse. For the total solar radiation, the transmittance at the glazing level was nearly 74%, however, this values at the canopy level was nearly 50%. The transmittance of PAR almost kept the same at the different levels of greenhouse. Both of transmittance at the glazing and at the canopy levels did not have the direct relationship with the total solar radiation of the measuring levels.

Key words: PVC plastic greenhouse, Transmittance, Total solar radition, PAR, Gable−type.

1. Contribution No. 1696 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(4)：430～445 (1993)

電子式穀物水份計之性能研究[1]

陳 加 忠　　曹 之 祖[2]

摘要：農產品含水率是影響品質的一項重要性質。準確的含水率量測在穀物加工作業與市場買賣上十分重要。電子式水份計可快速的測定水份，但其量測值缺乏準確性。此研究目的在於評估數種含水率測定技術的性能。以烤箱法所得的含水率爲標準值和電子型量測技術之量測值加以比較。以統計方法分析所量得含水率數值之準確性與精密性。用以測定之農產品有稻穀、玉米粒、大豆、紅豆等四種。在每一點測定計算其標準差，變異係數以決定其適用量測範圍。並以迴歸分析方法對所有區域測定範圍內之量測值建立其校正方程式以改良其準確性。研究結果顯示電子型水份計之準確性對在量測範圍內，水份計直接讀出值或利用校正方程式改良之準確性可在1.0%之內。20%以上之高水份穀粒，其誤差值極大，針對國內穀物加工技術之調整方向，急需開發高水份穀物（20%）之含水率感測器。

關鍵詞：穀物、水份計。

含水率量測的準確性在加工作業之重要性無可取代。例如對乾燥設備之自動控制作業，需有準確的含水率即時現地的量測，才可達到預設之含水率要求。在國內稻穀收購時，準確地含水率測定可保證賣方（農民）與買方（農會或糧商）皆能在公平之條件上完成交易。在穀倉管理作業中，穀物樣本之含水率量測值可提供貯存環境是否良好之判別依據。國內之業者往往對於所購買之含水率量測設備直接加以利用，而對量測值與標準值之誤差未加以校正與調整。

感測器之性能主要有四種：準確性、精密性、遲滯性與持久性(1)。以往之含水率測定技術其性能之比較往往僅以準確爲主，而其比較所用標準，缺乏學理之依據。Noomhurm 與 Verma(8)描繪量測值與標準值之分佈圖形，以其相關係數（R^2）做爲評估之標準。Hurburgh 等人(6)則建立量測（Mm）與標準值（Mo）之差異值（Da＝Mo-Mm），與標準值之關係式，但其 R^2 值皆小於0.6。

此研究之目的如下：

一、評估數種電子式穀物水計對四種農產品之量測準確性。

二、以統計技術探討其性能因子，包括其標準差，變異係數，以決定其適用量測範圍。

三、以迴歸分析對區域量測範內量測值建立其校正方程式，以評估準確性之改良能力。

材料與方法

一、研究所用設備

㈠烤　箱

德製 Rost　Fret 牌，溫度控制範圍於2°C以內，用以量測含水率，此研究中所標稱之含水率均爲濕基（w.b.%）

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1697 號。
2. 本所農業工程系副研究員、技士。

(二)電子式水份計

型式與廠商所列規格如下：

1. 電阻式（Resistive-type）

(1)Kett Riceter Model L：

利用平板擠壓樣本，因電阻變化以量測含水率，稻穀之適用測範圍爲11～305，準確度±0.1%。

(2) YM-80型

日本山本公司產品，係利用平板擠壓方法量測，稻米測定範圍爲10%～40%，含水率10～20%時，準確度±0.5%，含水率30%以上時，準確度±1%。

(3) CMW 型

國內精明公司生產廠牌，樣本置於量測穴內，利用槓桿原理壓擠接觸點以量取含水率。此型設備共有兩種；兩段型（11～26%）與三段型（11—34%）。

(4) HE-50型，

德國 Mess-und Prufgerate 廠生產，可量測14種農產品。樣本放置於容器(Cell)內，以擠壓筒套入加以施力，依電阻變化量測水份值，具有溫度補償線路。準確度未加註明。

2. 電容型（Capacitance-Type）

此研究使用 Steinlite SS 250 型，可量測13種產品，量測範圍因作物而異，如玉米粒（10—36%），大豆（9—18%），高粱粒（9—22%），稻穀（9—18%）。具有溫度自我補償裝置。

3. 高週波型（High-frequency waves type）

國產廠牌新營無線電行所產 CD-3A 型，可量測四種農產品，有溫度補正裝置，樣本直接傾入容器內量測，無破壞性，測定範圍10—30%，精密性±0.5%。

二、測定材料

(一)稻穀（臺農67號）

(二)玉米粒（臺農1號）

(三)大豆（高改5號）

(四)紅豆（愛家豆）

三、樣本處理方法

所測定樣本自田間採收後量測其最初含水率，並以乾燥設備乾燥至預定含水率，乾燥所用溫度約50°C左右，由初期試驗可知每批樣本數量約需要3.5公斤。乾燥完成冷卻後均勻混合置於密閉塑膠袋內，使其含水率成均勻狀態。其平衡相對濕度大於65%之樣本則放置於2°C冷凍櫃內以避免發霉。量測前24小時取出使其溫度與室溫平衡。另一種樣本爲乾燥機乾燥作業中現地取出之樣品。

四、試驗方法

(一)烤箱含水率量測

除稻穀外，乾燥時間與溫度採用 ASAE 標準[3]，

1. 稻穀：105°C，72 hr

2. 玉米粒：105°C，72hr

3. 大豆、紅豆：105°C，72 hr

(二)電子式水份計：依據儀器使用說明，記錄其讀出數據。

以上試驗中水份計之量測至少爲7重覆。

五、實驗數據分析

研究中以烤箱所量測之數據平均值爲標準值，用以評估其它測定技術之性能。相關之統計技術說明如下：

(一)點測定

在同批樣本含水率測定中，各測定設備多次量測之數據其統計分析包括平均值（x），與標準差之計算。

在量測所得數據中，因儀器故障等因素偶有巨大誤差出現，爲避免此類數據影響測定性能值，以 t 檢定和信賴區間之技術[5]加以刪除。

(二)區域測定

在全部量測範圍內，繪製標準值對量測值和各統計量之數據分佈，觀察不同測定設備在測定範圍之性能表現，其應用技術如下：

1. 檢定量測誤差對標準值之分佈是否有規律性，依此分佈狀況可比較其適用範圍。
2. 以量化方式比較其性能，所用統計量 DM,s 之計算公式如下：

$$DM = \Sigma \mid (Y - X) \mid / N \quad \cdots\cdots (1)$$

$$= \Sigma \mid e \mid / N \quad \cdots\cdots (2)$$

Y爲樣本以烤箱法量測所得之標準值，X爲水份計直接量測所得之量測值，N爲數據數目。e 表示儀器量測之誤差值，s 值表示 e 之絕對值經統計運算後之標準差。

DM 爲誤差絕對值之平均值。DM 值代表以量測值爲標準值時，水份計之準確性。

3. 利用Y對X之數據建立校正方程式，繪製量測值對標準值之量測曲線，其曲線分佈通常有六型[2]，利用迴歸分析技術以建立適當之校正曲線[7]，而迴歸分析所得之標準差值（SE）可作爲利用校正曲線改良量測性能後之性能比較標準，SE 值之計算公式如下：

$$SE = \sqrt{[(Y - y)]^2 / (N - P)} \quad \cdots\cdots (3)$$

Y爲標準值，y爲校正方程式預測值，P爲方程式參數數目。

SE 值代表水份計讀出值經校正方程式計算後，其量測性能之準確性。

所有之校正方程式均觀察其適用範圍對預測性能影響，以評估其適用範圍。

4. 校正公式之統計評估

良好的量測設備其量測值與標準值之分佈應無顯著誤差存在，即其校正方程式 Y＝a＋bx 應合乎Y＝x之條件，適用的統計技術用以檢定 y＝a＋bx 值，其兩係數之標準差各爲 SE(a) 與 SE(b)，利用以下公式可檢定a，b值與0.1是否差異。

$$t(a) = (a-0)/SE(a) \quad \cdots\cdots (3)$$

$$t(a) = (b-1)/SE(b) \quad \cdots\cdots (4)$$

以 t(a),t(b) 值與 t(N-2,0.95) 值比較，可判斷差異值是否顯著。

結果與討論

一、電阻式水份計

(一)Kett Riceter Model C 型

利用 Kett 水份計對稻穀之量測結果如圖1，2，圖中之數字代表同一座標數據重覆出現之次數，以下各圖皆同。由圖1之數據分佈可知穀物含水率大於20％後，其量測訊號趨向一定，不隨樣本含水率之增加而增加，誤差值隨之增大。量測範圍20％以內之誤差分佈圖如圖3所示。量測範圍爲15～16％時，其準確性最高，此原因可歸諸於此型水份計之量測校正基準爲良質米（含水率維持15.5％）而定。誤差值之標準差對標準值之分佈並無顯著之曲線分佈現象。

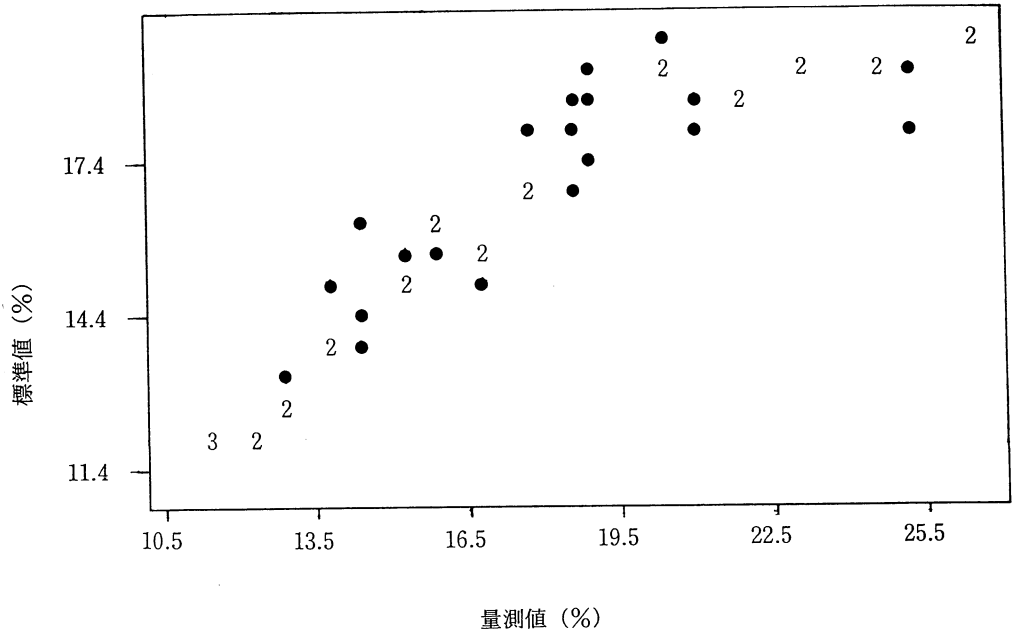

圖 1. Kett 水份計量測稻穀含水率之性能（10～26%）

Fig. 1. Meter values versus oven moisture of rough grains for Kett meter (10～26%)

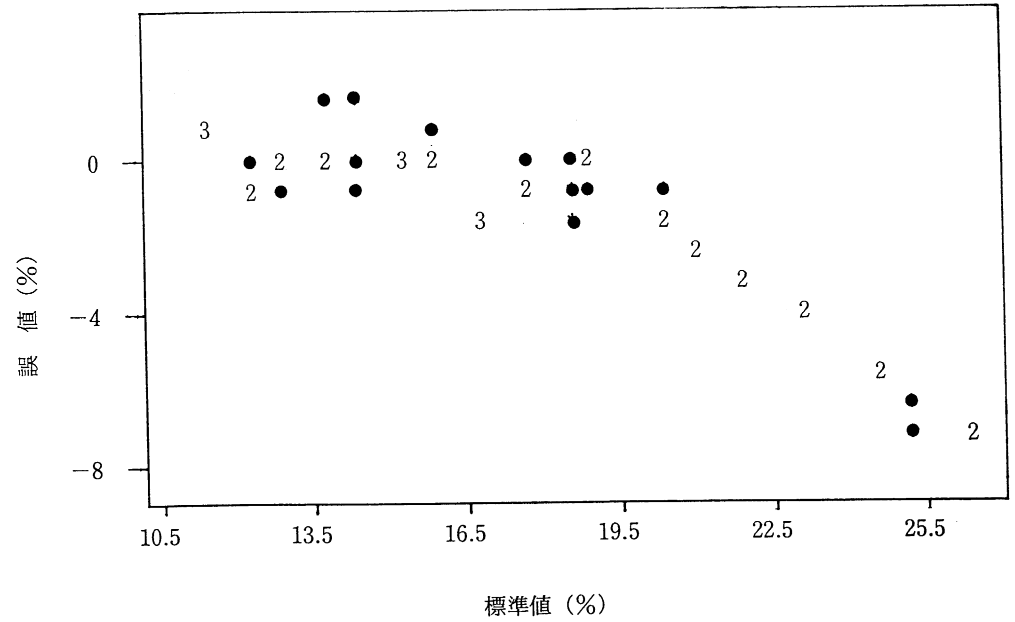

圖 2. Kett 水份計量測稻穀含水率之誤差分佈（10～26%）

Fig. 2. Meter bias versus oven moisture of rough grains for kett meter (10～26%)

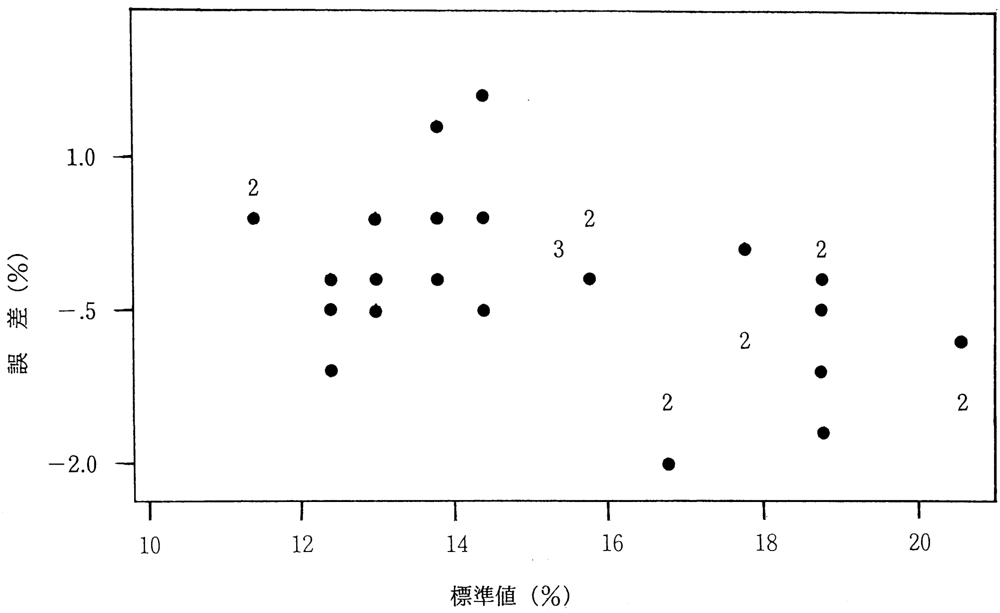

圖 3． Kett 水份計量測稻穀含水率之誤差分佈 (10～20%)

Fig. 3. Meter bias versus oven moistture of rough grains for Kett meter (10～20%)

在10～20%量測範圍內，

DM＝0.66，誤差絕對值之標準差，s＝0.56，可知其準確性在1.0%之內。

最佳校正方程式為直線方程式，

Y＝2.06＋0.851X，R^2＝0.92，SE＝0.73，因 DM＝0.66，SE＝0.73，可知利用校正曲線對此水份計之準確性改善不大。校正方程式並不合乎 a＝0，b＝1.0之條件。

(二)YA-80型

YA-80型有兩種切換鍵，可量測一般之樣本與乾燥作業中自乾燥機取出之樣本。

1. 一般樣本

一般貯存平衡狀態之樣本量測值對標準值之誤差分佈圖可知在12%以下時其量測誤差大為增加，高達1.2%以上。大於12%時其誤差分佈如圖4，由圖可知在15～18%之範圍，準確性最好，超過20%之範圍，其誤差分佈成發散狀態，顯示其限制。誤差之標準差分佈圖亦有相同結果。

在適用範圍誤差絕對值統計量 DM＝0.293，s＝0.306，顯示其準確度極佳。

最佳校正方程式為直線方程式，

Y＝−0.0907＋1.003X，R^2＝0.994，SE＝0.43，校正方程式對性能之改善不大。依統計檢定結果此方程式合乎斜率為1.0，截距為0之良好性能要求，顯示此種水份計之量測性能十分良好。

2. 乾燥機取出樣本

在乾燥機乾燥過程中取出之量測樣本有兩大特性：

(1)其穀溫往往高於氣溫，因此量測時電阻訊號之溫度補償十分重要。

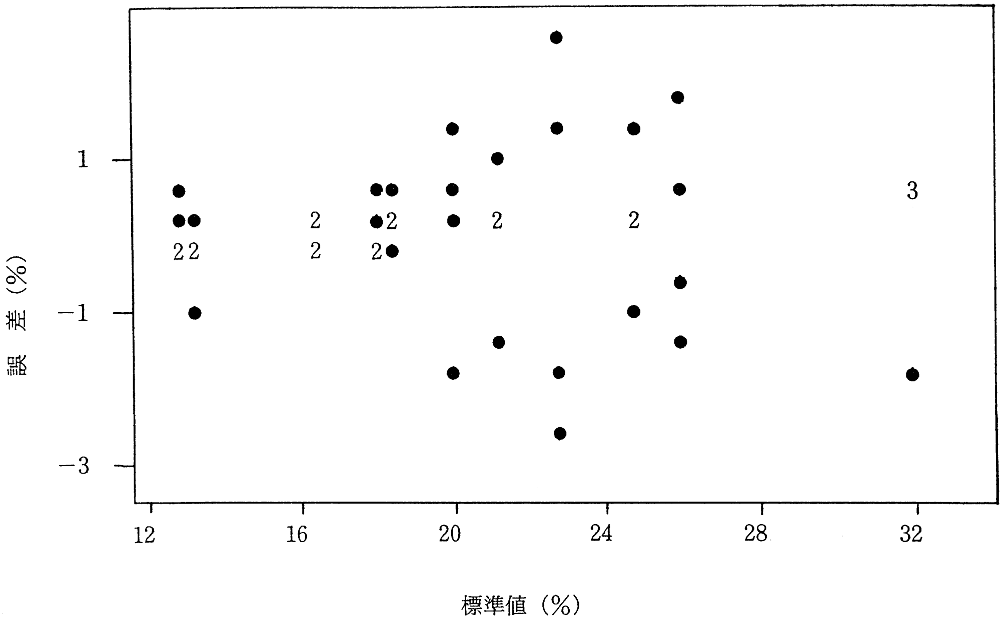

圖 4. YA-8D 水份計量測稻穀含水率之誤差分佈 (12～30%)

Fig. 4. Meter bias versus oven moisture of rough grains for YA-8D meter (10～30%)

(2)穀粒之內部水份分佈未到達平衡狀態

利用 YA-80 對乾燥機內部穀粒進行量測所得結果，其誤差分佈如圖5所示，分佈範圍遠大於圖4，可知因樣本水份不均引起量測誤差的增加。DM 值爲1.02，s =0.63，誤差絕對值之統計量其量化數值均增加，其準確性仍維時在1.0%。

直線方程式爲最佳校正方程式，Y =1.163+0.989・X，R^2=0.98，SE=0.76，其截矩不爲零，但斜率與1.0並無相異。對準確性之改良不大。

(三)CMW 型

1. 兩段式

利用兩段式水份計所量測之結果如圖6。其誤差分佈圖如圖7。量測值大於19%時，誤差十分嚴重。顯示其適用範圍在20%以下，在10.5～20%之量測範圍中，誤差比較之統計量 DM=1.61，s =0.31。

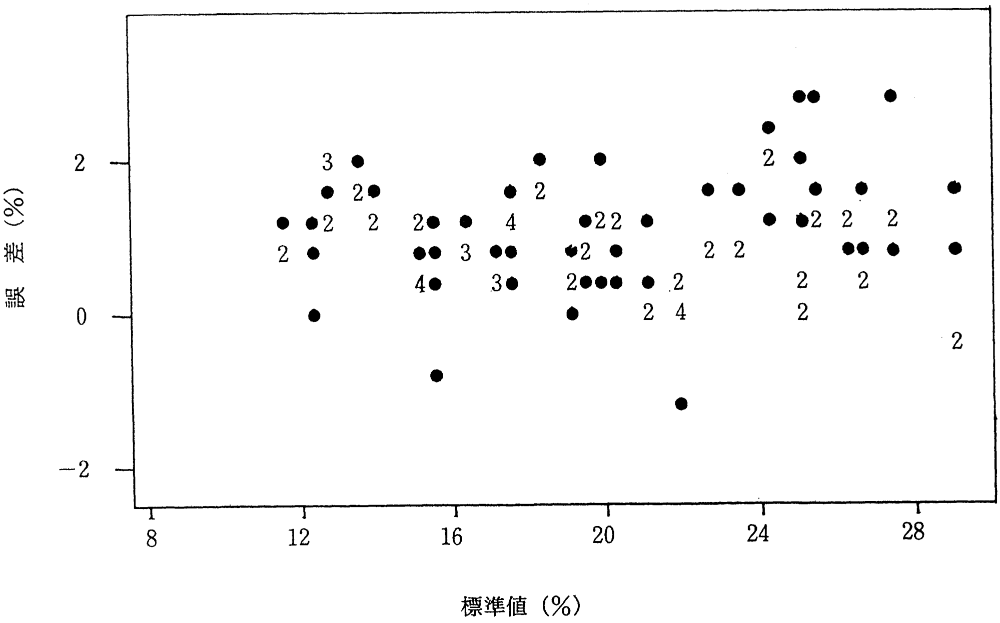

圖 5 . YA-8D 水份計量測乾燥過程中稻穀水份計之誤差分佈

Fig. 5. Meter bias versus oven moisture of rough grains in drying process for YA-8D meter

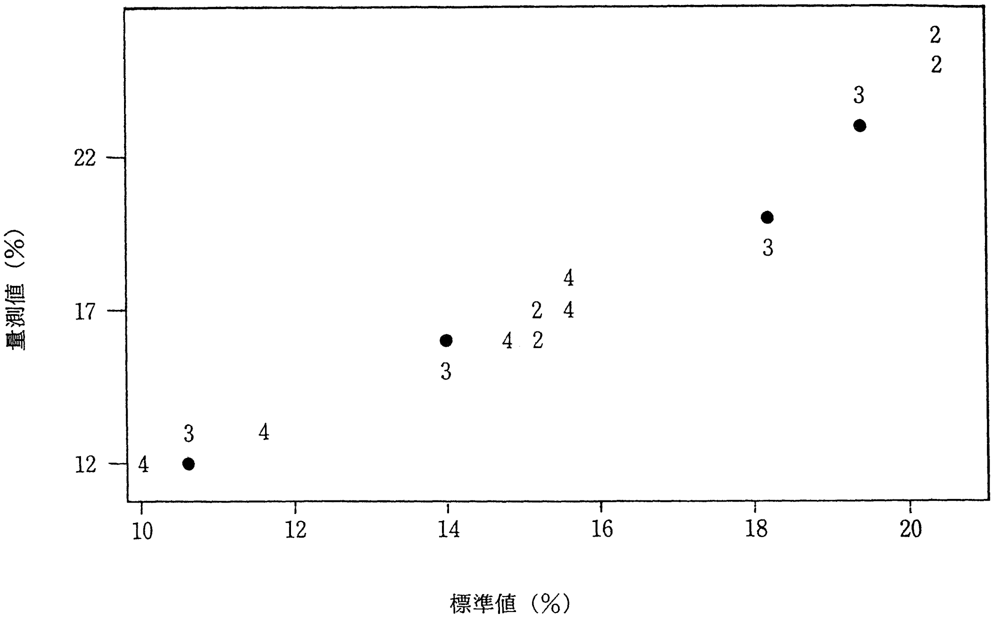

圖 6 . CMW 兩段式水份計量測稻穀含水率之性能

Fig. 6. Meter values versus oven moisture of rough grains for CMW two-stage meter

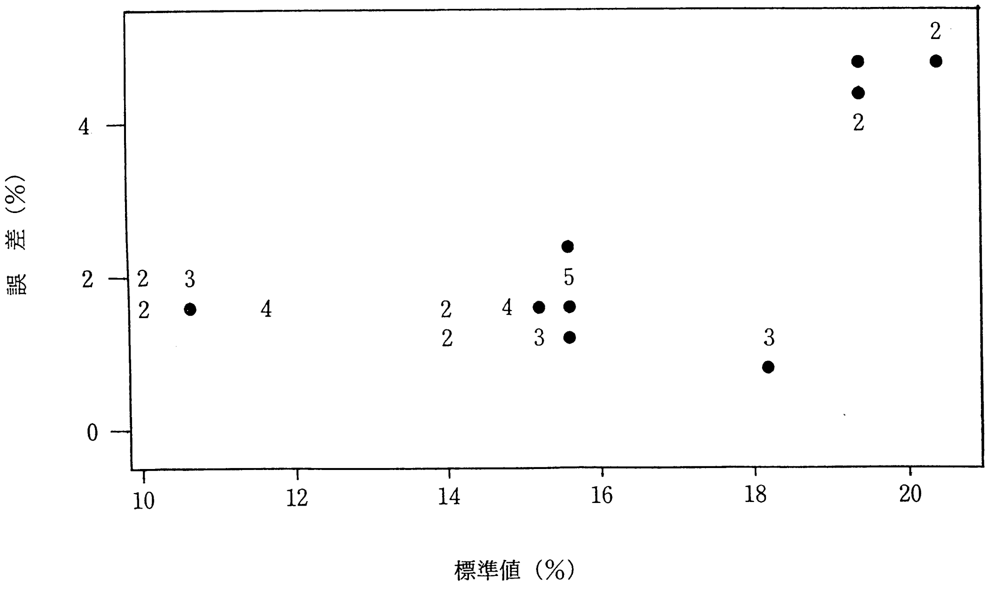

圖 7． CMW 兩段式水份計量測稻穀含水率之誤差分佈
Fig. 7. Meter bias versus oven moisture of rough grains for CMW two-stage meter

最佳校正方程式爲二項式方程式，

$$Y=14.670-0.993X+0.0739\times X^2$$

$R^2=0.98$，SE＝0.64，利用校正方程式可使準確性自 DM＝1.61減低至 SE＝0.64對準確性改善極大。

2. 三段式

利用兩種樣本進行性能測定：

(1)一般樣本

三段式水份計其量測性能與範圍於規格書顯示可至32%，然其實際量測誤差分佈顯示在21%量測範圍之外存在極大的誤差。

誤差絕對値統計量 DM＝1.15，s＝0.77

最佳校正方程式爲直線方程式，$Y=0.254+1.0537\cdot S$，$R^2=0.98$，SE＝0.73，其截矩與0，斜率與1.0，並無顯著差別。利用校正方程式可改良性能。

(2)乾燥過程之樣本

在乾燥作業時取下之樣本其含水率之量測誤差之分佈如圖8。

統計量 DM＝1.05，s＝0.78，最佳校正方程式爲値線方程式，$Y=-0.76+1.022X$，$R^2=0.95$，SE＝1.21，校正方程式對性能改良不大。

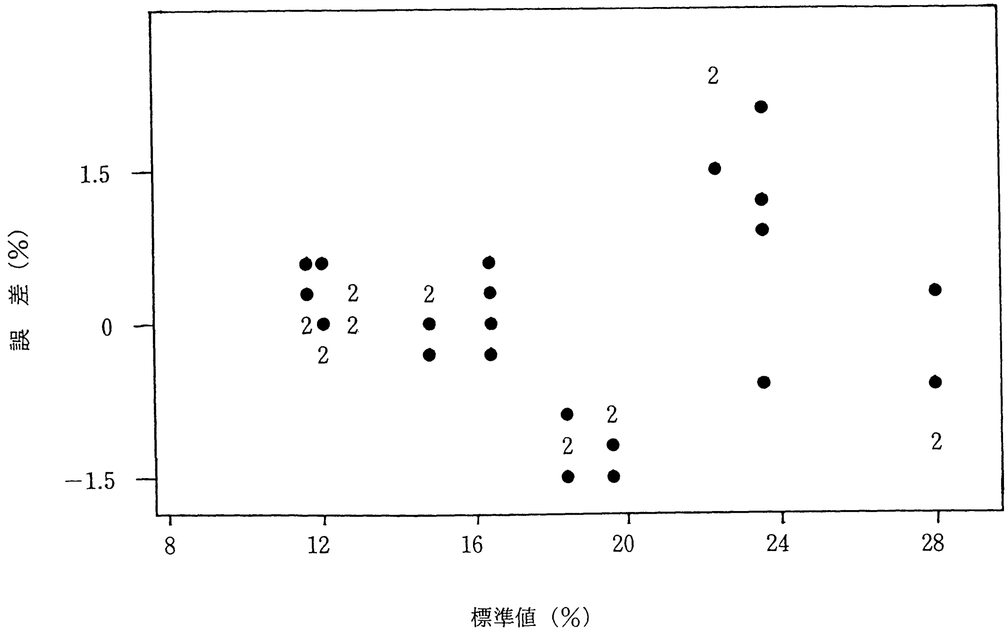

圖 8. CMW 三段式水份計量測乾燥過程中稻穀含水率之誤差分佈

Fig. 8. Meter bias versus oven moisture of rough grains in drying processfor CMW three-stage meter

此型設備在量測過程中，操作者施力大小對準確性影響極大，因此容易引起爭議。

(四)HE-50型

此研究中利用 HE-50 型水份計量測三種農產品之結果如下：

1. 大豆

量測性能如圖9所示，大於20%量測範圍時量測水份值未隨樣本水份增加而增加，反而出現平緩狀態。誤差之分佈如圖10，成規則性之分佈，低含水率時水份計有高估現象，低含水率則爲低估。因此 DM 與 s 之統計量在此無意義。

最佳校正方程式如下：

$Y = 8.71 + 0.4817 \times X$，$R^2 = 0.987$，SE＝0.228，顯示此種水份計之準確度必需藉由調整後才能改善，由 SE＝0.23可知，其校正方程式對性能改善極佳。

2. 紅豆

量測值與標準值之關係可知大於20%範圍量測性能即受影響，其誤差分佈圖與大豆完全相似。必須利用校正方程式才能改善性能最佳校正方程式爲三次式：

$$Y = 11.471 + 2.044 \times X + 0.2086 \times X^2 - 5.227 \times 10^{-4} \cdot X^3$$

$R^2 = 0.988$，SE＝0.238

3. 稻穀

稻穀之量測性能與誤差分佈與大豆、紅豆之結果相似。

最佳校正方程式爲二次式：

$$Y = 4.671 + 0.8747 \times X + 0.012 \times X^2$$

$R^2 = 0.976$，SE＝0.321

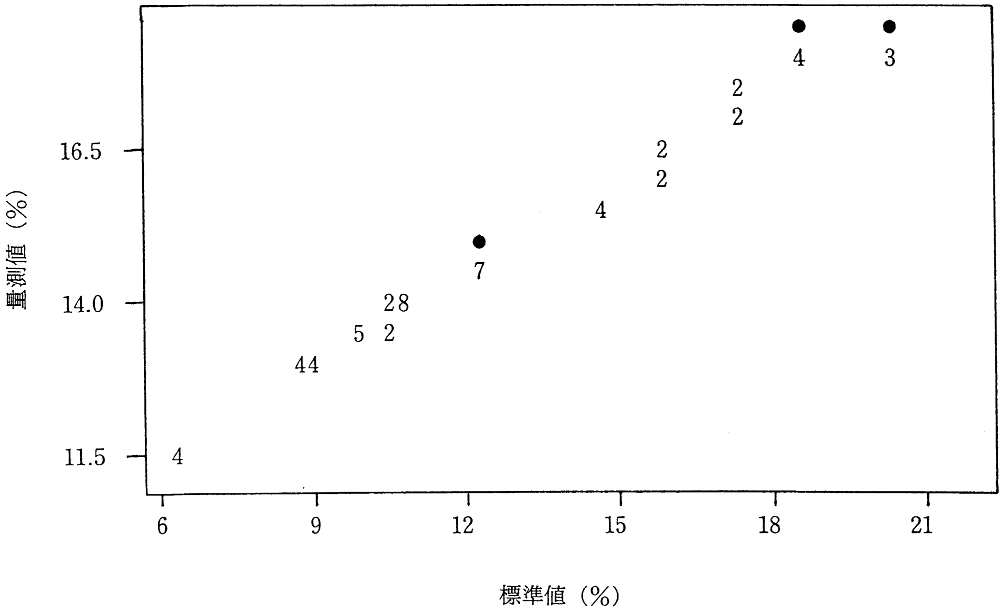

圖 9. HE-50 水份計量測大豆含水率之性能

Fig. 9. Meter values versus oven moisture of soybeans for HE-50meter

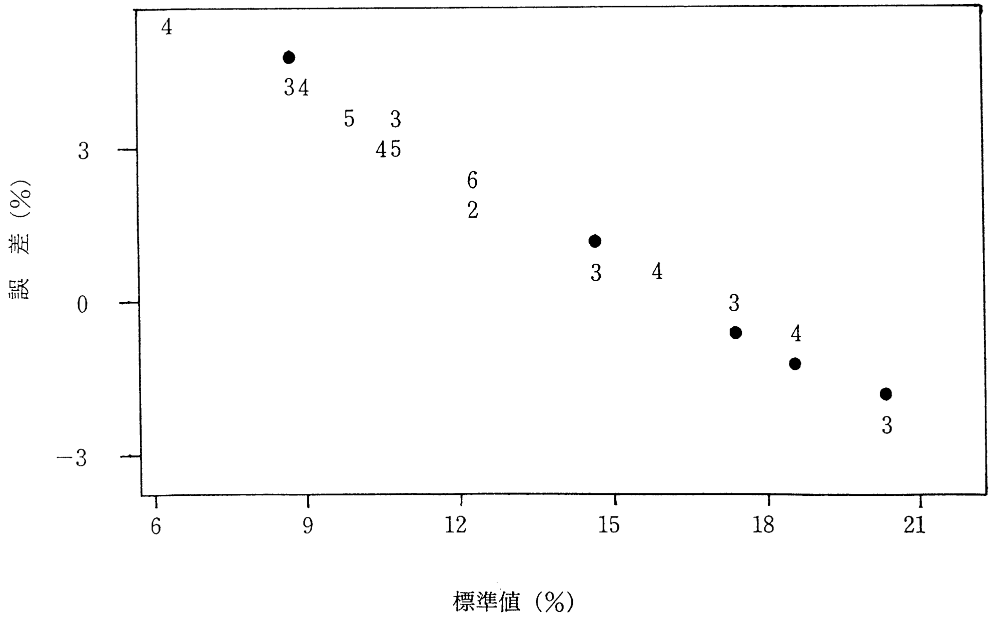

圖10. HE-50 水份計量測大豆含水率之誤差分佈

Fig. 10. Meter bias versus oven moisture of soybeans for HE-50meter

由上述量測結果可知，此型水份計量測誤差隨量測值之增加成規則變化，必須利用校正方程式以改良性能。

二、電容式

以 Steinlite SS-250 型水份計量測之農產品共有四種：

1. 短粒稻

量測值與標準值之關係分佈如圖11，誤差值之分佈性狀如圖12。誤差值在此儀器之適用範圍之外增加十分顯著。

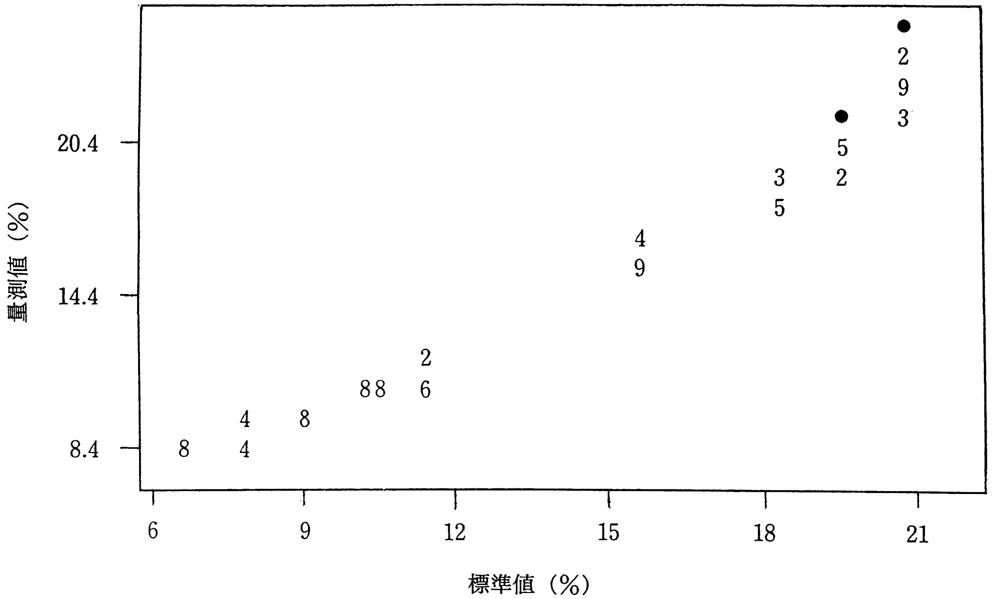

圖11. SS-250 水份計量測短粒稻含水率之性能

Fig. 11. Meter values versus oven moisture of short rough rice for SS-250 meter

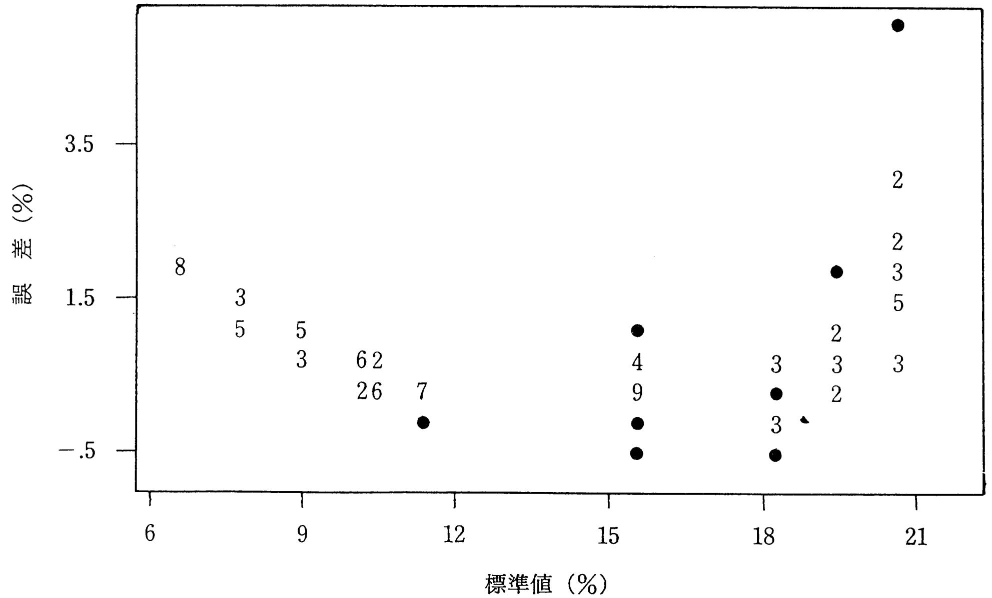

圖12. SS-250 水份計量測短粒稻含水率之誤差分佈

Fig. 12. Metr bias versus oven moisture of short rough rice for SS-250 meter

在其規格所定量測範圍（9—18%）之內，其統計量如下：

DM=1.38，s=0.69，在超過其規定量測範圍（6—21%）進行測定時，其 DM 值增大為2.35。由此可知此設備之應用限制十分嚴格。

最佳校正方程式為二次式：

$Y=6.965-0.011\times X+3.66\times10^{-2}\times X^2$

$R^2=0.99$，SE=0.55，利用校正方程式可提高準確性能。

2. 長粒稻

長粒稻之量測差分佈與短粒稻相似，在其儀器規格範圍內（9—18%），DM 值為1.12%，s=0.67

最佳校正方程式為直線；

$Y=2.06+0.8016\times X$，$R^2=0.985$，SE=0.40，對性能改善良好

3. 玉米粒

此水份計對玉米粒之量測範圍較廣（10—36%），量測誤差分佈如圖13所示 DM=0.54，s=0.27，顯示此型水份計對玉米粒之量測性能良好。

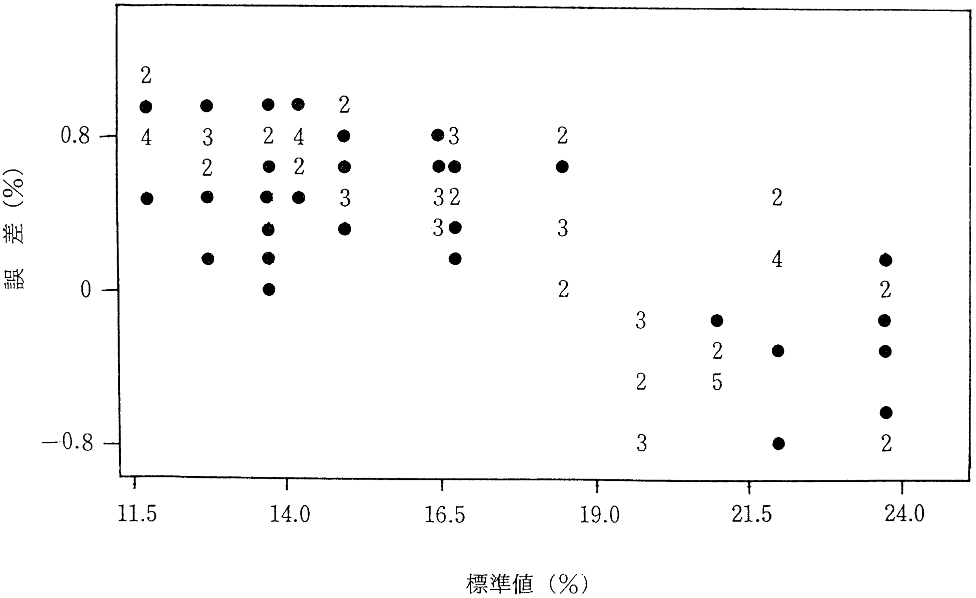

圖13. SS-250 水份計量測玉米粒含水率之誤差分佈
Fig. 13. Meter bias versus oven moisture of corn kernels for SS-250meter

校正方程式如下：

$Y=2.13+0.985\times X$，$R^2=0.99$，SE=0.342.

4. 紅豆

紅豆之量測誤差分佈如圖14，誤差隨樣本含水率之增加而有規律性變化，因此 DM 值無意義。

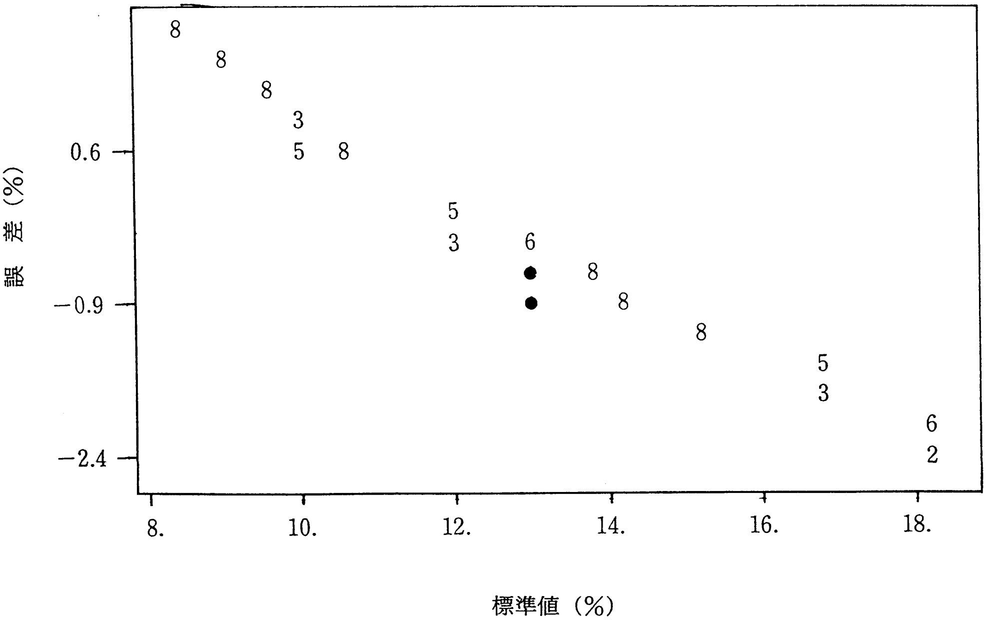

圖14. SS-250 水份計量測紅豆含水率之誤差分佈

Fig. 14. Meter bias versus oven moisture of red beans for SS-250meter

校正方程式爲二次式：

$Y=6.655+0.39\times X=3.976\times10^{-2}\times X^2$

$R^2=0.966$，SE＝0.118，對準確性之改良良好。

5. 大豆

大豆之量測值對標準值的分佈圖與紅豆相似。而其誤差分佈隨量測值之增加而成規則分佈，此結果也與紅豆之量測物性相同，校正方程式爲直線：

$Y=2.587+0.744\times X$，R2＝0.944，SE＝0.242

由上述結果可知，此型 SS-250 水份計，似玉米粒之量測最爲適用，可直接以讀出值代表含水率。對短粒與長粒稻而言，受到量測範圍限制。對大豆與紅豆而言，量測誤差與量測標準值成規律變化，需要以校正曲線加以改良。

三、高週波式水份計

高週波式 CD—3A 水份計蓺稻穀之量測結果如圖15、16。圖15中顯示量測值對標準值之分佈有曲線之規律性非均勻分佈，在10％以下，訊號並不明顯改變。圖16顯示量測誤差值在固定值10％附近範圍準確度最高，最大誤差出現於15％之樣本。10～21％之範圍有低估現象。

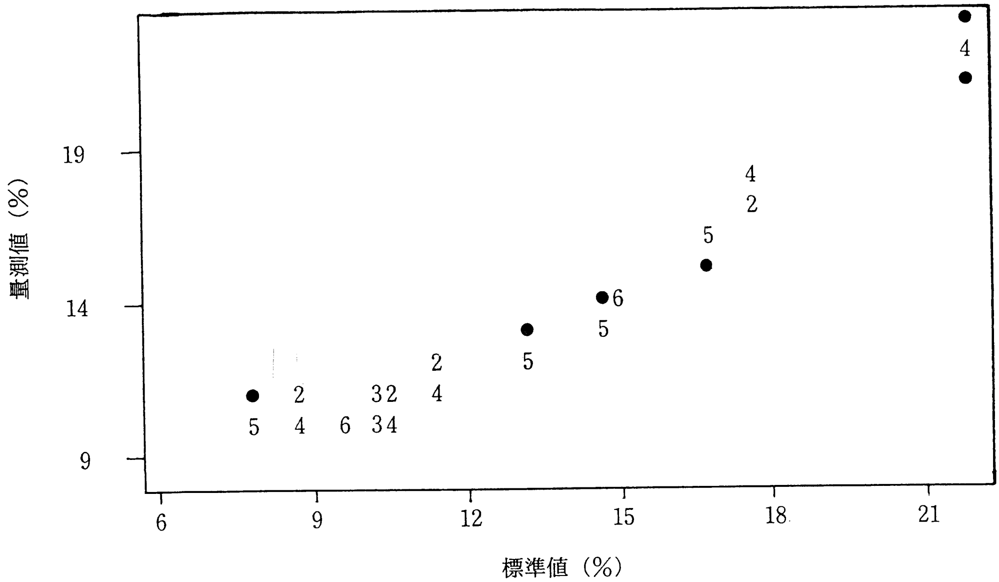

圖15. CD-3A 水份計量測稻穀含水率之性能
Fig. 15. Meter values versus oven moisture of rough grains for CD-3A meter

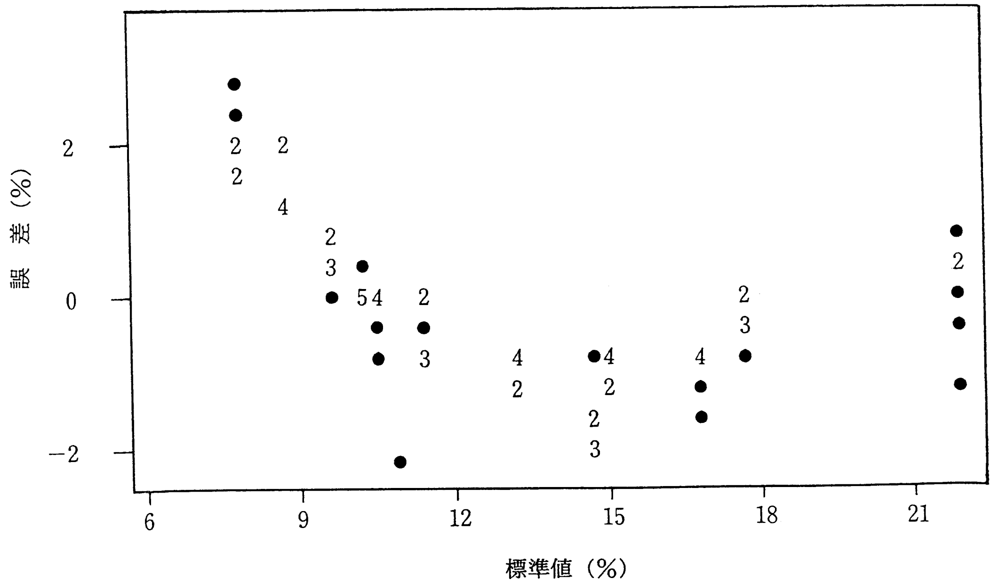

圖16. CD-3A 水份計量測稻穀含水率之誤差分佈
Fig. 16. Meter bias versus oven moisture of rough grains for CD-3A meter

未建立校正曲線前，誤差絕對值之統計量，

DM＝0.85，s＝0.44

最適當之方程式爲二項式，

$$Y=10.02-0.395\times X+4.357\times10^{-2}\times X^2$$

$R^2=0.98$，$SE=0.5$

利用校正方程式可改良量測準確性。

結　論

綜合上述研究結果，所得各型水份計之性能結論如下：

一、對電阻式水份計而言，Kett 型水份計在含水率20%以內之範圍其準確性在1.0%以內，校正方程式對性能改良效果並不明顯。YA—80 水份計之作業準確性在0.5%之內，對取自乾燥機之樣本則爲1.0%。此兩型水份計不需要利用校正方程式以改良性能。

二、國產 CMW 水份計兩段式之量測範圍在21%以內，20%以內量測誤差爲1.6%，利用校正方程式之改良效果良好。三段式水份計在高量測範圍之誤差值也爲之增加，準確性均1.2%之內。此型水份計受到使用者之施力大小而影響。

三、HE—50 型之量測誤差隨樣本含水率之增加有明顯之增加關係，以直接讀出值與標準值比較，其誤差值極大必須利用校正方程式以改良準確性，其準確性可改良於0.5%之內。

四、電容型水份計之量測誤差與樣本含水率之關係因作物而異，以玉米粒之量測性能最好，在量測範圍內，準確性爲0.5%之內，稻穀在廠商規格範圍內直接讀出值準確性在1.5%之內，以校正方程式可改善爲0.6%以內。豆類之量測值則需要利用校正方程加以改良。

五、高週波型水份計之量測誤差有規則性分佈，準確性在1.0%之內。

六、由上述三型水份計得知，其準確性在20%量測範圍之內，直接讀出或以校正式調整後可維持1.0%之內，高於20%之量測範圍誤差顯著增加，高含水率穀物之水份計急需開發。

誌　謝

此計畫承蒙國科會　NSC81—0409—B055—501　計畫之支持得以完成，特此誌謝。

引用文獻

1. 陳加忠、曹之祖、賴建洲。1990a。電子相對濕度計之性能評估。農業工程學報 34(4)：79-96。
2. 陳加忠、賴建洲、曹之祖。1990b。烏龍茶葉吸濕曲線及其品質維持之應用研究。中華農業研究 34(3)：239-257。
3. ASAE. 1982. Agricultural Engineer Yearbook. ASAE Standands S358.1, S352, S410T and S353, St. Joseph. MI.
4. Hanna, M.A. and N. Sharma. 1988. Oven drying for soybean moisture determination. Trans. of ASAE 31(6)：1851-1854.
5. Huggins, L. F. 1983. Analyis and Interpretation, In：Instrumention and measurement for environmental science, Mitchell, B. W. (eds.), Chap. 15, ASAE, St. Joseph. MI.
6. Hurb;urgh, Jr, C. R., T.E. Hazen and C. J. Bern. 1985. Corn moisture measurement accuracy. Trans. of ASAE 28(2)：634-640.
7. Myers, R. H. 1986. Classical and modern regression with application, PWS and Kent Publ. Boston USA.
8. Noomhorm. A. and L. R.Verma. 1982. A comparison of microwave, air oven and moisture meters with standand method for rough rice moisture determination. Trans. of ASAE 25(6)：1464-1470.
9. Wilhelm, L. R., R. R. Perrin and D. J. Barbar. 1988. Evaluation of methods for moisture content determination in snap beans. Trans. of ASAE 31(3)：956-961.

Study of the Performance of Electrical Grain Moisture Meters[1]

Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao[2]

Summary

Moisture content is one of the most important quality related properties of agricultural products. Accurate moisture measurements is very important in grain processing and marketing. Electronic moisture meters provide the quick indication values but lack of accuracy. The objectives of this study was to evaluate the performance of several electrical moisture meters. The moisture contents that measured by air oven were served as the standard values for comparison. The accuracy and precision of measurements from electrical meter were analyzed by statistical technique. Four kinds of grains were tested. They are rough rice, corn kernels, soybeans and red beans. The statistics of standard deviations, coefficients of variance and outliers were evaluated at each point estimation to observe the measuring ranges of m. c. meters. The calibration equations obtained from the regression analysis method were estabilished to improve the accuracy as necessary. The results from this research indicated that the accuracy of electrical meter was within 1.0% by directly reading values or adjusted by calibration equations. The errors significantly increased for the grains of high moisture content. The m.c. sensor for determining of high m.c. (above 20 %) for grains is urgenty meeded to be developed in Taiwan.

Key words : Grains, Moisture content meter.

1. Contribution No. 1697 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate researcher and specialist, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 42(4)：446～448 (1993)

The Genus *Zele* of Taiwan (Hymenoptera：Braconidae)[1]

Liang-Yih Chou and Ken-Ching Chou[2]

Abstract：Three species of the genus *Zele* Curtis (Hymenoptera：Braconidae：Meteorinae), *Z. admirabilis* Maeto, *Z. deceptor* (Wesmael) and *Z. niveitarsis* (Cresson), are recognized for the first time from Taiwan in this paper. A key to the Taiwanese species of the genus *Zele* is given.

Key words：*Zele,* Braconidae, Hymenoptera, Taiwan.

The genus *Zele* Curtis (Braconidae：Meteorinae) is characterized by the following combination of characters：vein r-m of fore wing present；cell R1 of hind wing widened apicad；first metasomal tergum petiolate, widened apicad；at least apical half of third and following terga densely setose. Twenty-three species have been known to occur in the world [1,2,4,5], none of them is previously reported from Taiwan. In this paper 3 species are recorded from Taiwan for the first time. The terminology used here mainly follow Huber and Sharkey (1993). The specimens used in this study are deposited in the Insect Collection of the Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

Key to species of *Zele* from Taiwan

1. Metasomal tergum 1 about 4.0 times as long as wide apically；second tergum evenly setose ······ *admirabilis* Maeto

-.Metasomal tergum 1 2.4-2.9 times as long as wide apically；second tergum glabrous at least in basal half ······ 2

2. Vein 1cu-a of fore wing antefurcal; length of ovipositor sheath longer than vein C+Sc+R of fore wing ······ *niveitarsis* (Cresson)

-.Vein 1cu-a of fore wing postfurcal or interstitial；length of ovipositor sheath distinctly shorter than vein C+Sc+R of fore wing ······ *deceptor* (Wesmael)

Zele admirabilis Maeto

Zele admirabilis Maeto, 1986, Kontyu, 54：250.

Specimen examined：Nantou：Sungkang 2,100m, 1♀, X.1985 (K.S. Lin).

Distribution：Taiwan (new record) and Japan.

---

1. Contribution No. 1698 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist and Assistant Entomologist, respectively of the Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

Host: Unknown.

Zele deceptor (Wesmael)

Perilitus deceptor Wesmael, 1835, Nouv. Mem. Acad. Brux. 9:26.
Perilitus pallitarsis Cresson, 1872, Can. Ent. 4:81.
Meteorus (Zemiotes) rufulus Thomson, 1895, Opusc. ent. 20:2149.
Meteorus maximus Muesebeck, 1923, Proc. U.S. natn. Mus. 63:13.
Meteorus reticulatus Muesebeck, 1923, Proc. U.S. natn. Mus. 63:14.
Meteorus romani Fahringer, 1930, Ark. Zool. 21A:8.
Meteorus (Zemiotes) separandus Fischer, 1957, Opusc. zool. 3:3.
Zele albiditarsus Curtis (p.p.): van Achterberg, 1979, Tijdschr. Ent. 122:376.
Zele deceptor (Wesmael): van Achterberg, 1984, Ent. Berich. 44:110. — Maeto, 1986, Kontyu, 54:255. — Chen, He & Ma, 1987, Wuyi Sci. J. 7:95.

Specimens examined: Hualien: Tayuling 2,560m, 4♀,2♂, 9-16.IX.1980 (K.S. Lin & C.H. Wang). Taichung:Lishan 1,900m, 1♀, 26.VI.1979 (K.S. Lin & L.Y. Chou). Chiai: Alishan 2,400m, 1♀, 17-20.VIII.1982 (K.C. Chou & C.C. Pan). Nantou: Meifeng 2,150m, 1 ♂, 2-4.VI. 1980 (L.Y. Chou & C.C. Chen) ; 1♂, 5-9.X.1980 (C.C. Chen & C.C. Chien); 1♀, 28-29.VIII. 1981 (L.Y. Chou & S.C. Lin); 1♀, 19-21.IV.1983 (K.C. Chou & S.P. Huang); 1♀, VIII, & 1 ♀, X.1984 (K.S. Lin & K.C. Chou). Sungkang 2,100m, 1♀, X, & 1♀, XI. 1984 (K.S. Lin & K.C. Chou); 2♀, X, & 5♀, XI. 1985 (K.S. Lin); Tsuifeng, 1♀,1♂, 21.VI. 1979 (K.S. Lin & B.H. Chen); 2♂, 1-3. VIII. 1981 (T. Lin & W.S. Tang); 1♀, 23-25.VI.1983 (K.S. Lin & S.C. Lin); 1♀, IV, 2♀, 1♂, VIII, 1♀,2♂, IX, 5♀, X, & 2♀, 1♂, XI. 1984 (K.S. Lin & K.C. Chou); 1♀, 5.VIII.1984 (K.S. Lin) ; 1♂, 15-16.VIII. 1984 (K.C. Chou) ; 3♂, 12-14.IX.1984 (K. S. Lin & S.C. Lin) ; 1♀, IX, 3♀, 4♂, X, & 1♀, XI. 1985 (K.S. Lin).

Distribution : Taiwan (new record), Mainland China Holarctic Region.

Host : Mainly Geometridae(1,2).

Zele niveitarsis (Cresson)

Perilitus niveitarsis Cresson, 1872, Can. Ent. 4:81.
Meteorus peronatus Shestakov, 1940, Ark. Zool. 32A:16.
Zele niveitarsis (Cresson): van Achterberg, 1979, Tijdschr. Ent. 122:368. — Maeto, 1986, Kontyu, 54:251. — Chen, He & Ma, 1987, Wuyi Sci. J. 7:94.

Specimens examined: Hualien: Tayuling 2,560m, 1♂, 10-15.IX.1980 (K.S. Lin & C.H. Wang). Nantou: Meifeng 2,150m, 2♂, 26.VIII.1980 (K. S. Lin & C.H. Wang); 2♂, IX, & 1 ♀, X. 1984 (K.S. Lin & K.C. Chou); Sungkang 2,100m, 1♂, IX, & 1♀,3♂, X.1984 (K.S. Lin & K.C. Chou); 2♂, IX, & 1♀, X.1985 (K.S. Lin).

Distribution: Taiwan (new record), Mainland China, Japan, East Siberia, Sumatra, Nearctic Region.

Host: Mainly Pryalidae(1).

Potato (Ipomoea batata L.) I. Influence of Carbon Source ······ 30

Lu, L. H., L. S. Liang, T. R. Tsai and Y. H. Teng—The Improvement of the Pruning Machine for Subtropical Fruit Tree ······ 411

Shieh, G. J. and H. S. Lu—Diallel Analysis of Mature Plant Resistance to *Helminthosporium maydis* in Maize ······ 12

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Kernel Type and Crop Season on the Variations of Growth and Differentiation Traits in Maize ······ 121

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Season on the Combining Growth Ability Expression of and Differentiation Traits Between Dent and Flint Combination Type of Maize ······ 133

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. I. Kernel Type and Crop Season on the Variations of Silage Yield and Quality Traits ······ 217

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. II. Crop Seasons on Combination Ability Expression of Kernel Type ······ 232

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Variations of Grain Yield and Agronomic Traits in Maize due to Crop Seasons and Different Kernel-Type Combination ······ 345

Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Combining Ability Perform ance of Grain Yield and Agronomic Traits with Respect to Combinations between Different Kernel Type in Maize ······ 356

Shih, J. C. and W. M. Hsiang—Influence of Soil Water Status and Defoliation on Carbohydrate Content as well as Shoot Formation in Pear Trees ······ 37

Tsai, J. C.—Varietal Difference in Yield and Yield Component of Rice in Response to Crop Seasons and Regions ······ 99

Tsai, J. C., K. S. Chi, M. H. Yao, T. W. Tsai, L. S. Liang and C. C. Tu—Agroeilimatic evaluation on the adaptation of soybean, corn and peanut at Chikoou ······ 85

Wang, C. L.—List of Suborder Terebrantia (Thysanoptera) from Taiwan ······ 309

Wang, J. Y., S. Y. Liu, L. M. Son and C. C. Kao—Genetic and Agronomic Variation among Yam Genotypes ······ 280

Wang, W. C. and S. H. Yang—Selection of Breeding Progenies in Carambola for Processing Use ······ 292

Wen, H. C., H. H. Hao and C. C. Lin—Seasonal Occurrence and Chemical Control of the Citrus Red Mite (*Panonychus Citri* (*McGregor*)) on Indian Jujube ······ 303

Wu, Y. P., Y. S. Chen and L. C. Chen—Studies on the Panicle Density of Rice : I. Classification of panicle density types, establishment of prediction models and the correlations with related characters ······ 112

Yang, C. M. and J. L. Heilman—Response of rice (*Oryza Sativa* L.) to short-term High temperature : Growth, Development, and Yield ······ 1

Yang, C. M., H. S. Lu and F. C. Chang—Influnce of weed interference on the growth and yield of no-tillage corn (*Zea mays* L.) ······ 146

Yang, C. M., M. J. Fan and W. M. Hsiang—Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to soil water deficits. II. Effects of water deficit timing and strength ······ 173

Yang, S. H. and W. C. Wang—Storage Quality of Chang—Chwei Carambola Fruit ······ 387

REFERENCE

1. Achterberg, C. van. 1979. A revision of the subfamily Zelinae auct. (Hymenoptera, Braconidae). Tijdschr. Ent. 118 : 241-479.
2. Achterberg, C. van. 1984. Addition to the revision of the genus *Zele* Curtis (Hymenoptera: Braconidae). Ent. Berich. 44:110-112.
3. Huber, J.T., and M.J. Sharkey. 1993. Structure. pp. 13—59. *in* Goulet, H., and J.T. Huber (eds). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada, Ottawa.
4. Maeto, K. 1986. Systematic studies on the tribe Meteorini from Japan (Hymenoptera, Bracomidae). I. The genus *Zele* Curtis. Kontyu 54:246-256.
5. Sharma, V. 1985. Studies on the genus *Zele* Curtis (Hymenoptera: Braconidae : Euphorinae). Entomotaxonomia 7:93-107.

臺灣產賽繭蜂屬（膜翅目：小繭蜂科）[1]

周樑鎰　周根清[2]

摘　要

賽繭蜂屬（*Zele* Curtis）隸膜翅目、小繭蜂科、方室繭蜂亞科（Meteorinae）乃鱗翅目幼蟲之寄生性天敵。全世界已知之種類約23種，臺灣過去無記載，本文首次記錄 *Z. admirabilis* Maeto, *Z. deceptor* (Wesmael)及 *Z. niveitarsis* (Cresson) 3種賽繭蜂分布於臺灣。

關鍵詞：賽繭蜂屬、小繭蜂科、膜翅目、臺灣。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1698 號。
2. 本所應用動物系副研究員及助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

中華農業研究稿約

一、本刊爲臺灣省農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究報告及研究簡報。

二、來稿可用中文或英文撰寫，包括原稿一份及影本二份（內各附照片原圖）。稿件以未在其他刊物發表者爲限。稿紙以 A4紙張（長29.6公分，寬21公分）打字列印，每頁以不超過二十五行爲原則，上下應預留3公分，左右2公分空間，以便審查。

三、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本50本；彩色頁印刷及抽印本加印份數，由投稿人員負擔印製費用。

四、稿件格式請以下說明繕打：

㈠第一頁爲中文稿之中英文題目、作者之中英文姓名；英文稿之英中文題目、作者之英中文姓名。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫；英文姓名：名字在前，姓氏在後，作者二人或二人以上，最後一人前加〝and〞字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chern。

㈡第二頁爲中（英）文稿之中（英）文摘要與關鍵詞。中、英文摘要均不分段落。中文摘要以不超過五百字，英文摘要（Summary）以不超過三百字爲原則。關鍵詞（Key words）不能超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫，其表示方法如 Key words：Heritability, Indirect selection.

㈢第三頁爲中(英)文稿之英(中)文摘要與關鍵詞。中、英文摘要與關鍵詞書寫方式比照上項辦理。

㈣第四頁爲臺灣省農業試驗所研究報告刊登之編號（編號謄空）、作者之註脚，如通信作者、發表場合、服務機關、及其他相關事項等，以小號數字表示順序。

㈤第五頁起爲本文，依序爲前言（INTRODUCTION）、材料與方法（MATERIALS AND METHODS）、結果（RESULTS）、討論（DISCUSSION）、誌謝（ACKNOWLEDGEMENTS，含計畫編號）、引用文獻（REFERENCES）、表、圖之說明（LEGEND）及圖，其中結果及討論兩項可合併爲「結果與討論（RESULTS AND DISCUSSION）」；研究簡報則不分章節，內容簡短，以不超過四印刷頁爲度（約6,000字）。農推、農經研究報告參考本方法書寫。

㈥表格應注意事項：

1. 表格應分別繕製，上方須有標題，並加表1（Table 1.），表2（Table 2.）等冠號。
2. 中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。
3. 表中加註，需以 z, y, x, ……等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依該縮小小寫字母逐次敍述。
4. 表格僅列橫線，直線全免。
5. 每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

㈦圖片及照片應注意事項：

1. 插圖（需爲封閉方格，正方形或長方形）以黑色墨水分別繪製在繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。
2. 圖中加註者，應於圖說明中註明。
3. 照片以光面紙爲原則，清晰度以縮小50%可判讀爲宜；多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明；顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面（25cm×18cm）爲宜。
4. 圖片及照片下方應有標題及說明，並加圖 1 （Fig. 1.），圖 2 （Fig. 2.）等冠號；中文稿應中英文併寫，力求簡短。
5. 照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。
6. 每一圖片應在文中標示清楚，以便對照。

(八)引用文獻注意事項：

1. 中、日文文獻以作者姓氏筆劃爲序，英文文獻以姓氏之字母爲序。中日韓英文併陳時，中文在前，日、韓文居次，英文隨後，其中作者相同，以年代爲序；同一作者同一年代之不同文獻，則增列 a, b, c 等區分。作者二位時，中、日、韓文文獻以〝和〞連接，英文文獻以〝and〞連接；作者三位或以上時，中、日、韓文文獻於第一作者後加〝等〞，英文文獻加〝*et al.*〞。
2. 英文稿內之引用文獻中若有原始文獻爲中文者，請採用英文；其他語文文獻，請自行轉譯爲英文。
3. 西文雜誌名須縮寫，其縮寫方式根據美國出版之"Bilolgical Abstracts"雜誌規定，中日文雜誌用全名。
4. 排序後之引用文獻前加註1，2，3……等序號；本文內容註明引用文獻出處時，直接以(1)或(1,2,3)等小號字表示。
5. 文獻的書寫範例如下：

(1)文獻出自學術性性刊物

1. 陳隆澤、胡念才。1983。水稻品種（系）對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究 32：1—13。
2. Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro—climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse(in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157：34—43.
3. Weng, J. H. 1992. CO_2 exchange characteristics of C_3 and C_4 vegetable crops in response to light and nitrogen (in Chinese) . J. Agric. Assoc. China 157：21—33.

(2)文獻出自著作性書籍

1. 楊清白。1980。家畜飼料學。74—108頁。藝軒。臺北。
2. Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. p.100. Chinese Agronomy Press, Taipei.

(3)文獻出自編輯性書籍

1. Lo, W. S. 1991.The effect of calcium on nitrogen metabolism pp. 100—110. in: Biology of Rice. (Sung, J. M. and D. J. Liu, eds.) Chinese Agronomy Press, Taipei.

(九)文字敍述之號次以下列爲序：

1. 中文用：一、 (一) 1. (1) ①
2. 英文用：I. i A. a.

(十)單位採用 SI units 爲準，不另加中文。統計分析顯著性應加註說明。

(十一)生物學名應於下方加底線，以便排斜體字。

五、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，並勿一稿兩投；本刊編輯委員保有修改與退稿之權利。

六、文稿經本刊接受後，由作者負責前二校；非經本刊同意不得轉載。

七、其他未盡事宜得隨時修正或補充。

中 華 農 業 研 究

第四十二卷 目 次

王武彰、楊淑惠——加工用楊桃雜交後裔選拔 ……292
王昭月、劉新裕、宋麗梅、高介志——山藥不同種原間之變異性研究 ……280
王清玲——臺灣錐尾亞目薊馬名錄 ……309
吳永培、陳一心、陳隆澤——水稻穗著粒密度之研究 I .穗著粒密度類型、預測模式之建立及其相關性狀探討 ……112
周樑鎰、周根湈——臺灣產賽繭蜂屬（膜翅目：小繭蜂科）（英文） ……446
林淑雰、劉大江——玉米果穗上、下位子粒於充實期間之醣類濃度與代謝酵素活性變化……19
邱善美、呂秀英、劉慧瑛——薑黃之生長與發育 II. 氮鉀肥用量對生育、產量及品質之影響 ……370
邱善美、劉慧瑛、朱戳良——薑黃之生長與發育 I . 根莖之形成及各次位分生子莖成份分析 ……154
施昭彰、向爲民——不同時期的乾旱處理及除葉對梨樹碳水化合物含量及枝梢形成之影響……37
張文德、陳忠川、張永勳、蔡新聲——臺灣白芷組織培養之研究 I .癒合組織之誘導及培養基成分之探討 ……253
張清勤——不同栽植期對鳳梨'臺農四號'果實形狀與品質的影響 ……380
梁連勝、蔡致榮、顏秀榮、陸龍虎——落花生聯合收穫改良試驗 ……403
許家言、劉新裕、蔡新聲——三島柴胡臺農一號之組織培養 ……245
陳加忠——透明 PVC 塑膠布山型溫室日照能透過率之研究 ……419
陳加忠、曹之祖——電子式穀物水份計之性能研究 ……430
陳加忠、陳邦華、曹之祖——不織布浮動層覆蓋熱環境模式之研究 ……200
陳烈夫、呂椿棠、呂秀英、賴吉雄——水芋葉面積之簡易估算法 ……162
陸龍虎、梁連勝、蔡致榮、鄧永興——果樹樹型整修機械之試驗改良 ……411
程永雄、莊明富、杜金池——內生菌根菌 *Glomus clarum* 應用在洋香瓜生產上之效益評估 ……74
黃禮棟、陳必超——蘋果彈性模數衰退模式之研究 ……327
楊純明、James L. Heilman——短期高溫對水稻（*Oryza sativa* L.）生長、發育與產量之影響（英文） ……1
楊純明、范明仁、向爲民——玉米生長與產量對土壤缺水之反應(二)缺水時期及缺水程度之影響（英文） ……173
楊純明、盧煌勝、張富洲——雜草干擾時期對不整地栽培玉米之生長與產量的影響（英文） ……146
楊淑惠、王武彰——秤錘種楊桃的貯藏品質 ……387
溫宏治、郝秀花、林正忠——印度棗柑桔葉蟎之發生及藥劑防治 ……303
廖英明——香菇栽培之污染微生物及其對香菇生產之影響（英文） ……187
趙政男、陳一心——水稻穀粒開穎之頻度及其對數種穀粒性狀的影響 ……337
劉新裕、王昭月、宋麗梅、高介志——山藥優良品系 70W04 之選育、栽培與品質研究 ……265
蔡金川——水稻期作與地區產量及產量構成要素之品種間差異……99
蔡金川、漆匡時、姚銘輝、蔡財旺、梁連勝、杜金池——從農業氣象觀點評估溪口農場種植大豆、玉米及落花生之可行性……85
鄭 允、高靜華——甜菜夜蛾抗藥性之研究 I .本省甜菜夜蛾族群抗藥性之檢定（英文） ……396
鄭慶生——坡地荔枝園不同覆蓋作物對土壤性質及水土流失……53
鄧汀欽、楊一郎、陳主得——臺灣兩耳草分離的玉米矮化嵌紋病毒之分類特性（簡報） ……64
謝光照、曾富生——玉米生長分化性狀在不同粒型雜種後裔與期作之變異 ……121
謝光照、曾富生——期作對玉米硬粒種與馬齒種組合間生長分化性狀組合力表現之影響 ……133
謝光照、曾富生——期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響 I .青割產量及品質在期作與不同粒型組合之變異 ……217
謝光照、曾富生——期作對玉米硬粒種與馬齒種組合青割產量及品質性狀之影響 II.期作對不同粒型後裔組合力之表現 ……232
謝光照、曾富生——玉米子粒產量及農藝性狀在期作與不同粒型組合之變異 ……345

謝光照、曾富生——玉米不同粒型組合之子粒產量及農藝性狀在期作間組合力之表現 ……………………………………356
謝光照、盧煌勝——玉米成株抗葉斑病之全互交分析……………………………………………………………………………12
鍾志明——酪梨耐根腐病砧木之無性繁殖………………………………………………………………………………………46
羅淑芳、廖嘉信——甘藷種原試管中保存技術之研究 I .碳素源對培殖體生長之影響 ……………………………………30

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 42, 1993

Chan, L. F., C. T. Lu, H. Y. Lu and C. H. Lai—A simple method for estimating leaf area in wetland taro 〔*Colocasia esculenta* (L.) Schott〕 ······162

Chang, C. C.—Effects of Planting Time on Fruit Shapes and Quality of "Tainung No.4" Pineapple ······380

Chang, W. D., C. C. Chen, Y. S. Chang and H. S. Tsay—Studies on Tissue Culture of *Angelica Dahurica* Var *Formosana* I. Callus Induction and Medium Evaluation ······253

Chao, C. N. and Y. S. Chen—The Occurrence of Unclosed-glume Grains in Rice and Its Relationship to Grain Characteristics ······337

Chen, C. C.—Study of Solar Radiation Transmission in Transparent PVC Plasstic Gable-type Greenhouse ······419

Chen, C. C., B. H. Chen and C. T. Tsao—Study on Thermal Environment Model for Floating Mulches of Non-woven Fabrics ······200

Chen, C. C. and C. T. Tsao—Study of the Performance of Electrical Grain Moisture Meters ······430

Cheng, C. S.—Effects of Different Cover Crops on Soil Properties and Soil and Water Losses on Sloping Litchi Orchard ······53

Cheng, Y. H., M. F. Chuang and C. C. Tu—An estimate of effects of *Glomus clarum* on muskmelon production ······74

Chiu, S. M., H. I. Liu and C. L. Chu—Growth and Development of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) Plants I. The Formation and Chemical Composition of Rhizome Finger Sets of Different Orders ······154

Chiu, S. M., H. Y. Lu and H. I. Liu—The Growth and Development of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) Plants. II. Effects of N and K fertilization on Plant Growth and Rhizome Yield and Quality ······370

Chou, L. Y. and Ken-Ching Chou—The Genus *Zele* of Taiwan (Hymenoptera : Braconidae) ······446

Deng, T. C., I. L. Yang and C. T. Chen—Taxonomic properties of a sourgrass isolate of maize dwarf mosaic virus in Taiwan (*Research Note*) ······64

Edward Cheng, Y. and C. H. Kao—Insecticide Resistance Study in *Spodoptera exigua* (Hubner) I. Detecting the Resistance in a General Survey ······396

Hsu, J. Y., S. Y. Liu and H. S. Tsay—Studies on Tissue Culture of *Bupleurum falcatum* L. cv. Tainung No.1 ······245

Huarng, L. D. and Pictiaw Chen—A Study on the Modulus of Elasticity Decaying Model for Apples ······327

Jong, T. M.—Clonal Propagation of *Phytophthora cinnamomi* Resistant Rootstock of Avocado (*Persea americana* Mill.) ······46

Liang, L. S., T. R. Tsai, S. R. Yen and L. H. Lu—Improvement of the Peanut Harvester ······403

Liao, Y. M.—Microorganisms contaminated in the process of cultivation and their effect on the production of shiitake ······187

Lin, S. F. and D. J. Liu—Factors Affecting the Translocation of Carbohydrates from Cob to Kernels in Corn. III. Carbohydrate Concentrations and Enzyme Activities of Apical and Basal Kernels during Kernel-Filling ······19

Liu, S. Y., J. Y. Wang, L. M. Son and C. C. Kao-Studies on the Selection, Cultivation, and Quality of Yam (*Dioscorea alata* L.) Line 70W04 ······265

Lo, S. F. and C. H. Liao—Studies on the In Vitro Maintenance Techniques of Sweet

Potato (Ipomoea batata L.) I. Influence of Carbon Source ············30
Lu, L. H., L. S. Liang, T. R. Tsai and Y. H. Teng—The Improvement of the Pruning Machine for Subtropical Fruit Tree ············411
Shieh, G. J. and H. S. Lu—Diallel Analysis of Mature Plant Resistance to *Helminthosporium maydis* in Maize ············12
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Kernel Type and Crop Season on the Variations of Growth and Differentiation Traits in Maize ············121
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Season on the Combining Growth Ability Expression of and Differentiation Traits Between Dent and Flint Combination Type of Maize ············133
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. I. Kernel Type and Crop Season on the Variations of Silage Yield and Quality Traits ············217
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Silage Yield and Quality Characters of Flint and Dent Combination in Maize. II. Crop Seasons on Combination Ability Expression of Kernel Type ············232
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Variations of Grain Yield and Agronomic Traits in Maize due to Crop Seasons and Different Kernel-Type Combination ············345
Shieh, G. J. and F. S. Thseng—Effects of Crop Seasons on Combining Ability Perform ance of Grain Yield and Agronomic Traits with Respect to Combinations between Different Kernel Type in Maize ············356
Shih, J. C. and W. M. Hsiang—Influence of Soil Water Status and Defoliation on Carbohydrate Content as well as Shoot Formation in Pear Trees ············37
Tsai, J. C.—Varietal Difference in Yield and Yield Component of Rice in Response to Crop Seasons and Regions ············99
Tsai, J. C., K. S. Chi, M. H. Yao, T. W. Tsai, L. S. Liang and C. C. Tu—Agroeilimatic evaluation on the adaptation of soybean, corn and peanut at Chikoou ············85
Wang, C. L.—List of Suborder Terebrantia (Thysanoptera) from Taiwan ············309
Wang, J. Y., S. Y. Liu, L. M. Son and C. C. Kao—Genetic and Agronomic Variation among Yam Genotypes ············280
Wang, W. C. and S. H. Yang—Selection of Breeding Progenies in Carambola for Processing Use ············292
Wen, H. C., H. H. Hao and C. C. Lin—Seasonal Occurrence and Chemical Control of the Citrus Red Mite (*Panonychus Citri* (*McGregor*)) on Indian Jujube ············303
Wu, Y. P., Y. S. Chen and L. C. Chen—Studies on the Panicle Density of Rice : I. Classification of panicle density types, establishment of prediction models and the correlations with related characters ············112
Yang, C. M. and J. L. Heilman—Response of rice (*Oryza Sativa* L.) to short-term High temperature : Growth, Development, and Yield ············1
Yang, C. M., H. S. Lu and F. C. Chang—Influnce of weed interference on the growth and yield of no-tillage corn (*Zea mays* L.) ············146
Yang, C. M., M. J. Fan and W. M. Hsiang—Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to soil water deficits. II. Effects of water deficit timing and strength ············173
Yang, S. H. and W. C. Wang—Storage Quality of Chang—Chwei Carambola Fruit ············387

中華農業研究

第四十二卷　第四期

中華民國八十二年十二月出版

發行人：杜金池

總編輯：廖慶樑

編審委員：

農藝組：盧煌勝（主審）
呂秀英　陳一心　劉大江　劉新裕
蔡新聲

園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　沈再發　林昭雄　施昭彰
徐信次　曹幸之　劉政道

農化組：連　深（主審）
張淑賢　劉慧瑛

植病組：彭金騰（主審）
王惠亮　林正忠　程永雄　黃秋雄
蔡財旺　蔡武雄

昆蟲組：羅幹成（主審）
何琦琛　鄭　允　鄭清煥

農機組：梁連勝（主審）
陳加忠　黃禮棟　顏欽崇

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 42, No. 4 Dec. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chisn-Chyu Tu

EDITOR IN CHIEF : Chin-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Shen Lian (Agri. Chemistry)	Lien-Sheng Liang (Agri. Machinery)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)	Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)	Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Su-San Chang	Chia-Chung Chen	Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng	Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng
Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu	Chiou-Hsiung Huang
Li-Duhng Huarng	Cheng-Chung Lin	Chao-Hsiung Lin
Tsung-dao Liou	Dah-Jiang Liu	Huey-Ing Liu
Sin-Tie Liu	Hsiu-Ying Lu	Tzay-Fa Sheen
Jau-Chang Shih	Tsai-Wang Tsai	Wu-Hsiung Tsai
Shing-Jy Tsao	Hsin-Sheng Tsay	Der-Nung Wang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853820010

行政院新聞局出版事業登記證局版臺誌字一四八七號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄

Vol. 42, No. 4 Dec. 1993

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

The Occurrence of Unclosed-glume Grains in Rice and Its Relationship to Grain Characteristics ······Cheng-Nan Chao and Yi-Sin Chen···337

Variations of Grain Yield and Agronomic Traits in Maize due to Crop Seasons and Different Kernel-Type Combination ······Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thseng···345

Effects of Crop Seasons on Combining Ability Perform ance of Grain Yield and Agronomic Traits with Respect to Combinations between Different Kernel Type in Maize ······Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thseng···356

The Growth and Development of Turmeric (*Curcuma aromatica* Salisb.) Plants. II. Effects of N and K Fertilization on Plant Growth and Rhizome Yield and Quality ······Shan-Mei Chiu, Hsiu-Ying Lu and Huey-Ing Liu···370

Effcets of Planting Time on Fruit Shapes and Quality of 'Tainung No.4' Pineapple ······Ching-Chyn Chang······380

Storage Quality of Chang-Chwei Carambola Fruit ······Shu-Hui Yang and Wu-Chang Wang···387

Insecticide Resistance Study in *Spodoptera exigua* (Hübner) I. Detecting the Resistance in a General Survey ······Edward-Yun Cheng and Ching-Hua Kao···396

Improvement of the Peanut Harvester ······Lien-Sheng Liang, Tzu-Rong Tsai, Shiu-Rong Yen and Long-Hu Lu···403

The Improvement of the Pruning Machine for Subtropical Fruit Tree ···Long-Hu Lu, Lien-Sheng Liang, Tzu-Rong Tsai and Yong-Hsing Teng···411

Study of Solar Radiation Transmission in Transparent PVC Plasstic Gable-type Greenhouse ······Chia-Chung Chen···419

Study of the Performance of Electrical Grain Moisture Meters ······Chia-Chung Chen and Chih-Tsu Tsao···430

The Genus *Zele* of Taiwan (Hymenoptera : Braconidae) ······Liang-Yih Chou and Ken-Ching Chou···446

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China